

**DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL MANEJO Y EL CONTROL
DE LOS INVENTARIOS EN LA HONORABLE CÁMARA DE
REPRESENTANTES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

ERIC CARDOSO REYES

**CORPORACIÓN UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2010**

**DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL MANEJO Y EL CONTROL
DE LOS INVENTARIOS EN LA HONORABLE CÁMARA DE
REPRESENTANTES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

ERIC CARDOSO REYES

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

Director

Msc. Ing. LEILA NAYIBE RAMÍREZ

**CORPORACIÓN UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2010**

DEDICATORIA

“A la mujer que con su esfuerzo y sacrificio logro sacar a delante a más que un hijo una familia y logró dar al mundo una gran persona que sabrá utilizar todas sus enseñanzas en pro de un mejor mañana”

Gracias mamá

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 PRELIMINARES.....	8
1.1 PROBLEMA	8
1.2 DESCRIPCIÓN	8
1.3 FORMULACIÓN.....	9
1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.5 VARIABLES	10
1.5.1 Independientes.....	10
1.5.2 Dependiente	10
1.5.3 Intervenientes	10
1.6 HIPÓTESIS	10
1.7 OBJETIVOS	11
1.7.1 Generales.....	11
1.7.2 Específicos	11
1.8 JUSTIFICACIÓN	12
1.9 DELIMITACIÓN.....	13
1.10 MARCO DE REFERENCIA.....	14
1.10.1 Antecedentes	14
1.10.2 Marco teórico.....	14
1.10.3 Marco conceptual	33
1.10.4 Marco metodológico	37
1.10.5 Marco legal.....	39
 2. APLICACIÓN DE MODELO MATEMATICO DE INVENTARIOS	
MULTIPRODUCTO	41
2.1 INFORMACIÓN DE ENTRADA PARA EL MODELO DE INVENTARIOS	41
2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA.	46
2.3 DETERMINACIÓN DE COSTOS.	51
2.4 APLICACIÓN HEURÍSTICO HÍBRIDO Y HEURÍSTICO TIPO I	52
2.5 RESULTADOS OBTENIDOS EN EXCEL	56
2.6 VALIDACIÓN DE RESULTADOS	64
2.7 TABLA DE FRECUENCIA.....	65
3. CONCLUSIONES.....	65
 RECOMENDACIONES	67
 BIBLIOGRAFÍA	68
 INFOGRAFÍA	69

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Curva ABC común (Taha , 1995)	23
Figura 2. Lead time mínimo	43
Figura 3. Lead time medio	44
Figura 4. Lead time máximo	45
Figura 5. Información recopilada en 1 año	46
Figura 6. Resultado no valido (Distribución normal)	47
Figura 7. Resultado válido (Distribución Poisson)	48
Figura 8. Costo inicial por producto	51
Figura 9. Resultado heurístico tipo 1	53
Figura 10. Resultado heurístico híbrido	54
Figura 11. Información recopilada inicialmente	56
Figura 12. Promedio anual de los pedidos por producto	57
Figura 13. Herramientas usadas en Excel	57
Figura 14. Resultado modelo heurístico híbrido	59
Figura 15. Resultado modelo híbrido para 1 a 5 veces de pedidos	60
Figura 16. Resultado para el heurístico híbrido	61
Figura 17. Resultado para el heurístico tipo I	62
Figura 18. costo beneficio por frecuencia	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución en días del lead time	44
Tabla 2. Tabla de frecuencia	51

TABLA DE FÓRMULAS

1. Función total de costos	19
2. Función de densidad de probabilidad	19
3. función de costos que se quiere minimizar	20
4. Función de costos se debe derivar con respecto a Q e igualar a cero	20
5. Producto de dos cantidades positivas	21
6. Cantidad óptima	21
7. Restricción de frecuencia	21
8. Función de pérdida de primer orden	23
9. Caso continuo	23
10. Caso directo	23
11. Ecuación de costos del problema del repartidor de periódicos	24
12. Costo total por unidad de tiempo	28
13. Cantidad del pedido para el artículo i	28
14. Valor óptimo de q_i	28
15. Condición de minimizar K	29
16. Condición de igualdad reduciendo una o más de las	29
17. Valor óptimo de q_i^0	31
18. Cantidades de producción óptimas	31
19. Costo promedio por unidad de tiempo \bar{c}	31
20. Minimizar k sujeta a las restricciones	31
21. Formulación para el caso de un solo producto	33
22. Modelo heurístico tipo I	34
23. Restricciones del modelo heurístico tipo I	35
24. Modelo heurístico híbrido	35
25. Restricciones modelo heurístico híbrido	35
26. Multiplicadores de Lagrange	35
27. Derivando L con respecto a Q_i	36
28. Derivando L con respecto a r_i	36

ANEXOS

ANEXO 1. Transformación de las diferentes distribuciones a Poisson.	71
ANEXO 2. Resultados heurístico híbrido	80
ANEXO 3. Resultados modelo híbrido para 1 a 5 veces de pedidos	85

1 PRELIMINARES

1.1 PROBLEMA

Ya que el control de inventarios que se realiza actualmente en el claustro de la Honorable Cámara de Representantes no es muy claro y completo. Y viendo que los espacios son muy extensos y los bienes numerosos, esto ocasiona que no se haga completamente y convirtiéndose así en una labor casi imposible y ardua de realizar. Aunque en la oficina de suministros son manejados los inventarios esta no posee un inventario general completo.

1.2 DESCRIPCIÓN

La falta de calidad y que el personal que realiza el manejo y control de los inventarios, impide que se tenga un control total de los inventarios que entran y salen de la Cámara de Representantes, y la actual globalización de los mercados impone a las empresas una acrecentada y dinámica competencia. Este proceso exige que las empresas tengan un abanico de estrategias para que las compras, la producción y la financiación tengan costos más bajos. La reducción de gastos sin reducir ingresos es, hoy en día, vital para la propia subsistencia de la empresa. La Cámara de Representante maneja un alto margen de inventarios, debido a esto se hace necesario realizar el estudio solo para 50 elementos más utilizados y más despachados por la oficina de suministros, y su índice de salida y de entrada está

limitado a lo pedido por oficinas y no por un estudio el cual muestre que cantidad se debe entregar a cada oficina del claustro.

1.3 FORMULACIÓN

En esta investigación se pretende desarrollar un modelo matemático que permita encontrar las falencias frente al control y el manejo que se le realiza a los inventarios en la Cámara de Representantes y gracias a esto poder hallar un modelo el cual permita hacer de este un trabajo más fácil para los empleados y así mismo para la honorable Cámara de Representantes

1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿El desarrollo de un modelo matemático minimizará los costos de los elementos de consumo?

¿La falta de capacitación del personal de la sección de suministros ha influido en la falta de control que se le realiza a estos inventarios?

¿Aplicando un modelo matemático se minimizarían los costos?

1.5 VARIABLES

1.5.1 Independientes

- Personal que interviene en este.
- El presupuesto dispuesto para el arreglo y el manejo de los inventarios
- La calidad con que los empleados manejan y operan los inventarios dentro del congreso

1.5.2 Dependiente

- Manejo y el control de los inventarios que se realizan en la Cámara de Representantes

1.5.3 Intervinientes

- Comisión de investigación y acusación

1.6 HIPÓTESIS

Con un modelo matemático bien aplicado, y con la capacitación de los empleados de la sección de suministros, y al revisar todas las normas y parámetros establecidos se podrían tener un control masivo de los inventarios dentro de las instalaciones de la Cámara de Representantes y así se minimizarían los costos.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Generales: Aplicar un modelo matemático que permita el manejo y control de los inventarios en la Honorable Cámara de Representantes en la ciudad de Bogotá D.C.

1.7.2 Específicos

- Recolectar la información de entrada para el modelo de inventarios
- Determinar el comportamiento de la demanda bajo una función estadística
- Determinar las variables involucradas en el manejo de los inventarios en el recinto de la honorable Cámara de Representantes.
- Identificar la viabilidad de la aplicación de un modelo para el manejo y control de los inventarios en la Honorable Cámara de Representantes.
- Aplicar el modelo en una plataforma computacional como Excel
- Validar los resultados obtenidos frente al caso real.

1.8 JUSTIFICACIÓN

El análisis de variación de la demanda de una empresa no es fácil debido a las variables que influyen sobre el mismo. El comportamiento del mercado de los bienes y servicios sobre la demanda, generan comportamientos como:

- Estacionalidades: Comportamientos de ascensos y descensos de la demanda en las diferentes temporadas del año.
- Variabilidad: Ascensos y descensos que puede tener la demanda, de comportamiento aleatorio en el tiempo y sin ninguna explicación.
- Tendencia: Datos continuos, aproximadamente siete que siguen un parámetro similar durante el. Estas se pueden ver afectadas por las tasas de interés, políticas macroeconómicas, tratados de libre comercio, etc.

Dentro de las dificultades que se presentan al implementar técnicas de pronósticos, es el bajo conocimiento sobre el comportamiento de la demanda generando problemas en la planeación y control de la producción, donde los más perjudicados son los clientes y la compañía paga las penalizaciones por las ventas pérdidas debido a una incorrecta gestión.

Otros problemas asociados a lo mencionado anteriormente son:

- Los pronósticos no son espejo fiel de la realidad de las compañías.

El comportamiento de la demanda se maneja de forma aislada y empírica ya que no se tiene la cultura de almacenamiento de datos estadísticos, sobre todo para el control de inventarios.

Generalmente, en el manejo de los inventarios, la ganancia es limitada ya que no se consideran aspectos como la evaluación del impacto sobre la liquidez de la empresa, el cálculo de los costos relacionados con el mantenimiento y adquisición de inventarios y los costos financieros relacionados con el margen de los inventarios.¹

1.9 DELIMITACIÓN

TIEMPO: 5 meses a partir de la aprobación del anteproyecto

ESPACIO: Interior de la Honorable Cámara de Representantes, Bogotá D.C.

TEMÁTICA: Control de Inventarios

¹ GARCIA CANTU, ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS EN UNA PYME DE CONFECCIÓN. 2001

1.10 MARCO DE REFERENCIA

1.10.1 Antecedentes: Se ha desarrollado un estudio en la aplicación del modelo multiproductos de Hopp ,Spearman y Zhang, como Tesis de la Universidad de los Andes. Mientras que en el interior de la Cámara de Representantes, “No se realiza un control de inventarios total, los pedidos despachados dentro de la Cámara de Representantes para usos de papelería son empíricos ósea se piden según su gasto y para pedidos de elementos de oficina se realizan por Internet y se aprueba el pedido, ya para los muebles y enseres se lleva un inventario más estricto y si se tiene una cifra exacta”

1.10.2 Marco teórico: Modelo de inventario: Los modelos de inventario se usan para manejar de la mejor manera posible los recursos que se han de adjudicar a la administración del inventario de una empresa. Por medio de estos se busca encontrar las respuestas adecuadas a las siguientes preguntas:

- ¿Cuánto comprar?
- ¿Cuándo comprar?
- ¿Qué costos se asocian a estas decisiones de compra?
- ¿Cuál es la combinación de las respuestas a las preguntas anteriores que cumple con los requisitos de los clientes?

Modelo del repartidor de periódicos: El modelo del repartidor de periódicos es uno de los modelos de inventarios más simples que están sujetos a una demanda incierta. Se podría describir de la siguiente manera:

Joe Scoth trabaja vendiendo periódicos en la calle todos los días. En la mañana visita a su proveedor quien le suministra tantos periódicos como desee a un costo c para que los venda a un precio p durante el día. Al final del día los periódicos que sobren sólo valen por su papel y tienen un valor de salvamento s . La demanda durante el día es una variable aleatoria D , pero a través de un cuidadoso análisis estadístico Joe ha llegado a la conclusión de que la distribución de probabilidad de la demanda cada día es la misma $F(x) = P(D \leq x)$. Se supondrá que $p > c$ y $c > s$, pues en caso contrario la solución sería trivial.

Joe debe decidir cada día cuantos periódicos adquirir de su proveedor. La respuesta natural parecería ser que Joe debe llevar una cantidad $Q = E(D)$. De hecho esa sería la respuesta correcta si D fuera una constante pero esto ignora por completo la estructura económica del problema y la naturaleza aleatoria de la demanda. En efecto, podría darse el caso de que sea más rentable llevar una cantidad considerable de sobra, aun arriesgándose a no venderla. O, por lo contrario, si los costos de adquisición fuesen muy altos, podría ser preferible llevar pocos periódicos para tener certeza de venderlos todos (Arriesgándose a perder ventas potenciales). Se llamará Q a la

cantidad que Joe compra, observe que si $Q > D$ entonces $Q - D$ representa la cantidad de periódicos que lleva de exceso. Por cada uno de ellos Joe incurre en un costo $c_0 = c - s$. Por el contrario si $Q < D$ entonces $D - Q$ representa la cantidad que Joe dejó de vender y por cada uno de ellos incurre en un costo de oportunidad igual al margen de utilidad que deja de percibir, es decir $c_s = p - c$. (Se usan c_0 y c_s por sus nombres en ingles, *overage* y *shortage*, respectivamente). Se usara la notación x_+ para representar la parte positiva de x , es decir con esta notación la función total de costos se puede escribir como

$$C(Q) = c_0 E[(Q - D)^+] + c_s E[(D - Q)^+]. \quad (1)$$

Aunque, claramente, la cantidad de periódicos es una variable discreta, por facilidad se supondrá que la demanda tiene una distribución continua con función de densidad de probabilidad (fdp) dada por:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}. \quad (2)$$

Por lo tanto la función de costos que se quiere minimizar es

$$\begin{aligned}
C(Q) &= c_o \int_{-\infty}^{\infty} (Q - x)^+ f(x) dx + c_s \int_{-\infty}^{\infty} (x - Q)^+ f(x) dx \\
&= c_o \int_0^Q (Q - x)^+ f(x) dx + c_s \int_Q^{\infty} (x - Q)^+ f(x) dx,
\end{aligned}
\tag{3}$$

Donde el segundo resultado se obtiene al partir el rango de integración $(0, \infty)$ en dos: Para los valores menores y mayores a Q , para minimizar esta función de costos se debe derivar con respecto a Q e igualar a cero. El resultado es

$$F(Q^*) = \alpha, \quad \text{donde } \alpha = \frac{c_s}{c_s + c_o}.$$

$$\tag{4}$$

Como $F(x)$ es una distribución continua, entonces es creciente en el rango de D . Esto implica que, al menos en principio, es invertible y por lo tanto hay un único punto de que satisface la ecuación. En la práctica, puede ser necesario usar un procedimiento numérico para calcular el valor óptimo.

Para garantizar que este punto crítico es un mínimo, se debe demostrar que $C''(Q) \geq 0$. En efecto,

$$C''(Q) = (c_o + c_s)f(Q),$$

$$\tag{5}$$

Que naturalmente es positivo para todo Q en el rango de D pues es el producto de dos cantidades positivas.

Este modelo aplica, naturalmente, con otros productos, y no sólo con periódicos. En resumen los supuestos del modelo son:

- Un único producto perecedero.
- Un único período.
- Capacidad de adquisición infinita (Es decir, no hay restricción física ni de presupuesto).
- Demanda aleatoria, pero de distribución conocida.
- Costos lineales tanto como por efecto como por exceso.

Lo que hace más difícil en un ambiente real es suponer que la distribución de demanda es conocida. Por ejemplo: Si el producto en cuestión es un producto perecedero de temporada navideña típicamente el historial de ventas de las últimas navidades no nos garantizará que la demanda de esta navidad sea igual.

Ventas y demanda: Aún si hay un historial de ventas de muchos días que se puedan suponer similares a éste (Como es el caso de Joe y sus periódicos), observe que este historial es de *ventas*, no de *demanda*. Es decir, que en aquellos días en que Joe vendió todos los periódicos que llevó no se sabe cuál hubiese sido la demanda total. Sólo sabe que fue de *al menos* la cantidad Q que él llevó. Para aquellos días en los que vendió menos que la

cantidad Q , entonces si se tiene el valor de la demanda. Pareciera que lo que Joe debe hacer es tomar únicamente los datos para los días en que la demanda igualó ventas, y hacer una prueba de bondad de ajuste sólo a esos datos. Esto sería incorrecto, pues subestimaría la verdadera demanda. Por fortuna, este es un tema bien estudiado en estadística y se conoce como datos censurados (*Censored data* en inglés), y por lo tanto la solución de este dilema es conocida.

Versión directa: Se puede demostrar que si la demanda tiene la distribución $p_n = P\{D = n\}$ entonces la cantidad óptima viene dada por

$$Q^* = \min\{k : F(k) \geq \alpha\}, \quad (6)$$

Donde $F(k)$ es la función de distribución acumulada correspondiente a la demanda. Para utilizar esta fórmula se calcula p_k y $F(k)$ para valores sucesivos de k hasta encontrar el primer k que satisface

$$F(k-1) < \alpha \leq F(k). \quad (7)$$

Evaluación de costos: si la distribución es conocida uno puede evitar el cálculo de la integral usando la función de pérdida de primer orden que definimos a continuación.

Definición: Para cualquier variable X (Sin importar si es discreta o continua) con distribución F , la función de pérdida de primer orden se define como

$$F^1(t) = E[(X - t)^+]. \quad (8)$$

En el caso continuo esto corresponde a

$$F^1(t) = \int_t^\infty (x - t)f(x)dx \quad (9)$$

Donde $f(t)$ es la densidad correspondiente, mientras en el caso discreto es

$$F^1(k) = \sum_{n=k}^\infty (n - k)p_n, \quad (10)$$

donde $p_n = P\{X = n\}$.

Esta función es usada con frecuencia en teoría de inventarios y en otros campos. La ventaja de expresar la función de costos en términos de la función de pérdida es que dicha función está tabulada para muchas distribuciones conocidas. La ecuación de costos del problema del repartidor de periódicos se puede escribir de la siguiente manera: ²

² Modelo de inventarios para una empresa de distribución de flores en la Florida Juan Pablo Sáenz Corredor, Universidad de los Andes julio de 2007

$$C(Q) = c_o[Q - E(D)] + (c_s + c_o)F^1(Q). \quad (11)$$

Sistemas de inventarios Multiproducto: Los modelos tratados anteriormente permiten hacer una excelente gestión y control de inventario de un solo producto a continuación se explicará en forma detallada las características especiales de los modelos de inventario multiproducto según Hillier & Liberman.

Es importante reconocer que muchos sistemas de inventarios deben manejar muchos productos de manera simultánea, en ocasiones incluso cientos o miles de productos. Todavía más, el inventario de cada uno puede estar disperso geográficamente.

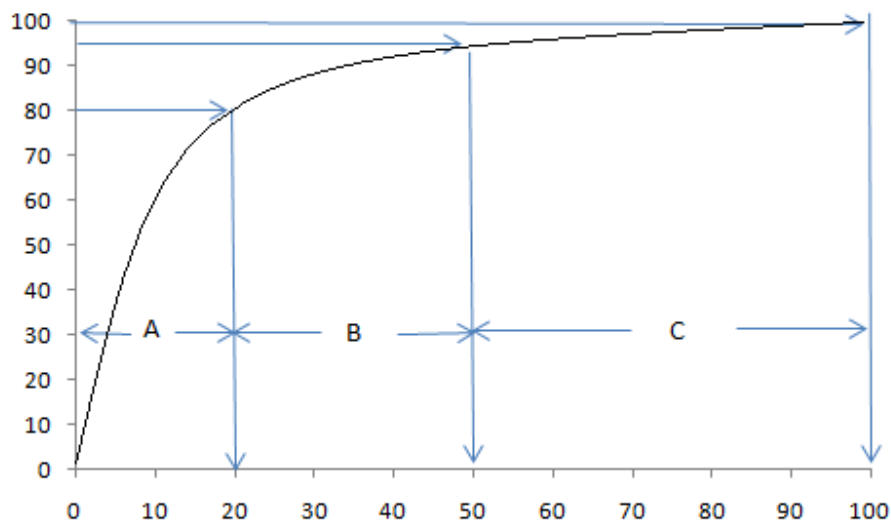
Con productos múltiples, es común que sea posible aplicar el modelo adecuado de un producto por separado a cada elemento. No obstante, las compañías tal vez no se molesten en hacer esto para los productos menos importantes debido a los costos de supervisión de los niveles de inventarios para implantar el modelo. Un enfoque aceptado en la práctica, es el método de control ABC. Este implica dividir los productos en tres grupos llamados, grupo A, grupo B y grupo C. Los productos en el grupo A son en particular importantes y deben supervisarse de acuerdo con un modelo de inventarios formal. Los productos del grupo C son los menos importantes por lo que sólo se supervisan ocasionalmente. Los productos del grupo B reciben un tratamiento intermedio.

Algunas veces no es adecuado aplicar un modelo de inventarios de un solo producto debido a las interacciones entre los productos. Es posible que existan varias interacciones, y en algunos casos los productos similares pueden ser sustituidos entre sí. Se han realizado investigaciones, para desarrollar modelos de inventarios de productos múltiples para manejar algunas de estas interacciones.

Sistema de inventarios ABC: La experiencia ha demostrado que sólo un número relativamente pequeño de artículos de inventario, suelen incurrir en una parte importante del costo de capital. Estos artículos son los que deben estar sujetos a un control de inventario estricto.

El sistema ABC es un procedimiento simple que se puede utilizar para separar los artículos que requieran atención especial, en términos de control de inventarios. El procedimiento sugiere se grafique el porcentaje de artículos del inventario total contra el porcentaje del valor monetario total de estos artículos en un período dado (Por lo general un año).

Figura 1. Curva ABC común



Fuente: TAHA, Modelos de inventarios, 1995

La idea del procedimiento es determinar el porcentaje de artículos que contribuyen al 80% del valor monetario acumulado. Estos artículos se clasifican como grupo A y normalmente constituyen alrededor del 20% de todos los artículos. Los artículos de la clase B son aquellos que corresponden a valores monetarios porcentuales entre el 80% y el 95%. Estos normalmente comprenden alrededor del 25% de todos los artículos. Los artículos restantes constituyen la clase C.

Los artículos de la clase A representan cantidades pequeñas de artículos costosos y deben estar sujetos a un estrecho control de inventarios. Los artículos de la clase B son los que siguen en orden donde se puede aplicar una forma de control de inventarios moderada. Por último, los artículos de la clase C se les deben dar la más baja prioridad en la aplicación de cualquier forma de control de inventarios.

Por lo general, se espera que el tamaño del pedido de artículos de clase A, que son costosos, sea pequeño a fin de reducir el costo de capital asociado. Por otra parte, el tamaño del pedido de artículos de la clase C puede ser muy grande, (Taha, 1995)

Sistema de inventarios de escalones múltiples: La creciente economía global ha ocasionado un cambio drástico en la administración de inventarios en los albores del siglo XXI. Ahora más que nunca, el inventario de muchos fabricantes está disperso en el mundo. Incluso el inventario de un producto individual puede estar globalmente disperso.

En un principio este inventario se puede guardar en el punto o puntos de manufactura (Un escalón del sistema de inventario), después en almacenes regionales o nacionales (Un segundo escalón), después en centros de distribución (Tercer escalón), etcétera. Tal sistema con múltiples escalones se conocen como sistema de inventario con escalones múltiples. En el caso de una fábrica que produce y vende sus propios productos, sus escalones se extienden hasta sus tiendas detallistas.

Se necesita cierta coordinación entre inventarios de cualquier producto en los diferentes escalones. Como el inventario en cada escalón (Excepto el primero) se reabastece de los escalones de más arriba, el nivel que se necesita en los escalones superiores está afectado por el momento en que se deba reabastecer los diferentes puntos de escalones inferiores. (Hillier & Liberman , 2001)

El Problema determinístico de muchos artículos y un nivel Según, Ackoff & Sasieni (1971) cuando las existencias consisten de varios artículos, las limitaciones de capacidad de almacenamiento o de instalaciones de producción frecuentemente pueden impedir la consideración de cada artículo por separado. Los casos más sencillos pueden manejarse por medio de la técnica de los multiplicadores de Lagrange es C_{3i} , el costo de almacenamiento es C_{1i} , y la tasa de demanda es r_i .

Por simplicidad se supondrá que la producción es instantánea y que no se permiten déficit.

El costo total por unidad de tiempo es (Por analogía cuando t_2 se sustituye por $t_2 = q/r$).

$$K = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{2} C_{1i} q_i + \frac{C_{3i} r_i}{q_i} \right\} \quad (12)$$

Donde q_i es la cantidad del pedido para el artículo i. se tiene

$$\frac{\partial K}{\partial q_i} = \frac{1}{2} C_{1i} - \frac{C_{3i} r_i}{q_i^2} \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (13)$$

Y el valor óptimo de q_i es

$$q_i^0 = \sqrt{\frac{2r_i C_{3i}}{C_{1i}}} \quad (14)$$

Si hay limitación en los inventarios que requiera el número promedio de todos los artículos en existencia no exceda de I , se debe minimizar K sujeta a la condición de que

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \{q_i + \leq I\} \quad (15)$$

Si $\sum_{i=1}^n q_i^0 + < 2I$, no existe este problema; pero si no, debe imponer la condición de igualdad reduciendo una o más de las q_i^0 . Se hace

$$L = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{2} C_{1i} q_i + \frac{C_{3i} r_i}{q_i} \right\} + \lambda \left\{ \sum_{i=1}^n q_i + < 2I \right\} \quad (16)$$

Hasta que se satisfaga la restricción $L=K$. ahora

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} = \frac{1}{2} C_{1i} - \frac{C_{3i} r_i}{q_i^2} + \lambda = 0 \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

Que conduce a

$$q_i^0 = \sqrt{\frac{2C_{3i} r_i}{C_{1i} + 2\lambda}}$$

Ahora se tiene que encontrar λ tal que

$$\sum_{i=1}^n q_i^0 + < 2I$$

Esto es lo mejor que se ha encontrado mediante ensayo y error.

Nótese que la q_i^0 se seleccionó de manera que $\partial K / \partial q_i = - \lambda$ para toda i .

En otras palabras, se seleccionó tratando que el costo marginal de disminución de estas cantidades para cada artículo sea el mismo por unidad.

Otro tipo de situación de muchos artículos surge cuando estos se pueden clasificar en familias parcialmente común. Supóngase que hay n artículos en la familia, si ya se tiene arranque para la familia, el costo de comenzar a producir el artículo i es C_{3i} . Sin embargo, si el arranque previo fue para un artículo que no está en la familia, el costo para el primer artículo producido es $C_3 + C_{3i}$.

Si la demanda es conocida y es a razón de r_i para el artículo i , los costos de mantenimiento de inventario son C_{1i} y si la adquisición es instantánea, la situación es semejante al problema ordinario del tamaño del lote económico. Se supondrá que cada miembro de la familia se elabora siempre que se haga cualquier otro. (El lector debe considerar esta suposición y determinar, las circunstancias en las que es óptima.)

Se dice que t sea el tiempo entre los arranques.

$$K = \frac{1}{2}t \sum C_{1i7i} + \frac{C_3 + \sum C_{3i}}{t}$$

Es válido mostrar que el valor óptimo de t esta dado por

$$t^0 = \sqrt{\frac{2(C_3 + \sum C_{3i})}{\sum r_i C_{1i}}} \quad (17)$$

Y que las cantidades de producción óptimas son

$$qi^0 = r_i t^0 \quad (18)$$

El problema general de familias con una restricción sobre los inventarios totales.

El problema general de la familia de artículos en las cuales ningún miembro no se hace arranque requiere de la programación en enteros. El costo promedio por unidad de tiempo es

$$K = \frac{C_3}{t} + \sum i \frac{C_{3i}}{j_{it}} + \frac{1}{2} \sum i C_{1i} r_i j_i t. \quad (19)$$

Se desea seleccionar (j_i) y t de tal manera que K se minimice, sujeta a las restricciones de que las (j_i) sean enteras y que cuando menos una $j_i = 1$. si se olvida las restricciones e iguala $\delta K / \delta t$ y $\delta K / \delta j_i$ a cero, se obtiene

$$t = \sqrt{\frac{2(C_3 + \sum C_{3i}/j_i)}{\sum r_i C_{1i} j_i}} \quad (20)$$

$$j_i = \frac{1}{t} \sqrt{\frac{2C_{3i}}{r_i C_{1i}}}$$

Modelo de inventario multiproductos de Hopp ,Spearman y Zhang³: Wallace J. Hopp, Mark L. Spearman y Rachel Q. Zhang, desarrollaron un modelo basado en el ya conocido Q, r. Su modelo tiene como objetivos específicos la minimización de inversión en inventario, sujeto a un nivel de servicio y una frecuencia mensual de pedido promedio, definidos por el usuario. Una de las ventajas del modelo desarrollado por estas personas, es que no requiere la especificación por parte de la empresa, del costo por agotamiento o escasez. El modelo de Hopp, Sperman y Zhang cuenta con dos casos:

Producto individual: Para propósitos de modelaje se asume que la demanda se distribuye Poisson con media unidad por mes y tiempo de reposición constante. Siendo c el costo unitario de cada Ítem, la demanda esperada durante el tiempo de reposición, Q la cantidad de inventario óptimo a pedir y r el nivel de reposición (Es decir el punto donde se debe ordenar Q), entonces la formulación para el caso de un solo producto es la siguiente:

³ Easily Implementable inventory Control the Policies, Hopp Spearman y Zhang. Operations Research Vol 45, No 3 1997.

$$Q_i = \max \left\{ \sqrt{\frac{2v\lambda_i C}{c_i N}}, 1 \right\},$$

$$r_i = \begin{cases} \theta_i + \sqrt{-2\pi\theta_i} \frac{c_i}{\lambda_i} \frac{\Lambda}{\mu C} \leq 1 \\ -1 \end{cases}$$

(21)

Minimizar Inversión en inventario

Sujeto a: Frecuencia promedio de ordenes _ F

Nivel de servicio promedio _ S

F y S son valores que en principio no son fáciles de escoger, debido a que alteran notablemente los resultados. Por lo tanto, al desarrollar el modelo es importante hacer un análisis de sensibilidad con los mismos para encontrar un punto óptimo para la empresa. La función objetivo (Inventario promedio) se puede obtener de Hadley y Within (1963):

El modelo maneja la siguiente notación:

N = número de ítems

c_i = Costo unitario por ítem i

$$C = \sum_{i=1}^N c_i$$

λ_i = Expectativa de la demanda por ítem i por año.

$$\Lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i$$

l_i = Tiempo de reposición del ítem i (Se asume constante)

$\theta_i = \lambda_i l_i$ Expectativo de la demanda durante el tiempo de reposición.

Q_i = Cantidad a ordenar para el ítem i

r_i = Punto de reorden para el ítem i

ν y μ = Multiplicadores de Lagrange

$r_{i-} = -1$ Punto de reorden en el momento en que se acabe el stock

Modelo heurístico tipo I

$$\text{Minimizar } \frac{1}{C} \sum_{i=1}^N c_i \left(r_i - \theta_i + \frac{Q_i}{2} \right) \quad (22)$$

Sujeto a:

$$Q_i = \max \left\{ \sqrt{\frac{2\nu\lambda_i C}{c_i N}}, 1 \right\},$$

$$r_i = \begin{cases} \theta_i + \sqrt{-2\pi\theta_i} \frac{c_i}{\lambda_i} \frac{\Lambda}{\mu C} \leq 1 \\ -1 \end{cases}$$

(23)

Modelo heurístico híbrido

Ahora, estimando un heurístico tipo híbrido se tiene:

$$\text{Minimice} \quad \frac{1}{C} \sum_{i=1}^N c_i \left(r_i - \theta_i + \frac{Q_i}{2} \right) \quad (24)$$

Sujeto a:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{Q_i} \leq F$$

$$\sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{\Lambda} G_i(r_i) \geq S$$

$$r_i \geq r_i \quad Q_i \geq 1, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$r_i, Q_i; \text{ enteros}$$

(25)

Los multiplicadores de Lagrange para el modelo son:

$$L = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^N c_i \left(r_i - \theta_i + \frac{Q_i}{2} \right) + v \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{Q_i} - F \right) - \mu \left(\sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{\Lambda} G_i(r_i) - S \right) \quad (26)$$

Derivando L con respecto a Q_i se tiene:

$$\frac{\partial L}{\partial Q_i} = \frac{c_i}{2C} - \frac{v\lambda_i}{NQ_i^2} = 0, \quad i=1,2,\dots,N, \quad (27)$$

$$Q_i = \sqrt{\frac{2v\lambda_i C}{c_i N}}$$

Derivando L con respecto a r_i se tiene

$$\frac{\partial L}{\partial r_i} = \frac{c_i}{C} - \frac{\mu\lambda_i}{\Lambda Q_i} \left(1 - \phi \left(\frac{r_i - \theta_i}{\sqrt{\theta_i}} \right) \right) = 0, \quad i=1,2,\dots,N$$

$$r_i = \theta_i + \Phi^{-1} \left(1 - \frac{\Lambda Q_i c_i}{C\mu\lambda_i} \right) \sqrt{\theta_i} \quad (28)$$

$$r_i = \begin{cases} \theta + \Phi^{-1} \left(1 - \frac{\Lambda Q_i c_i}{C\mu\lambda_i} \right) \sqrt{\theta} & \text{si } \Lambda Q_i C_i \leq C\mu\lambda \\ r_i & \text{si } \Lambda Q_i C_i > C\mu\lambda \end{cases}$$

1.10.3 Marco conceptual: Aquí se puede encontrar términos como:

Aplicación: Según la academia aplicación es la demostración de un trabajo sin la necesidad de cambiar sus sistemas de trabajo actual solamente interviniendo con las cifras y demostrándolas intangiblemente.

Inventarios: Según PLOSSL (PLOSSL, George W. Planeación de la Producción y Control de Inventarios / Editorial Hispano-América S.A. México, 1988.) son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior

comercialización. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados para la venta o en la prestación de servicios; empaques y envases y los inventarios en tránsito.

Modelo Matemático: según la enciclopedia WIKIPEDIA, es uno de los tipos de modelos científicos, que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

El objetivo del modelo matemático: es entender ampliamente el fenómeno y tal vez predecir su comportamiento en el futuro.

El proceso para elaborar un modelo matemático es el siguiente:

1. Encontrar un problema del mundo real
2. Formular un modelo matemático acerca del problema, identificando variables (Dependientes e independientes) y estableciendo hipótesis lo suficientemente simples para tratarse de manera matemática.
3. Aplicar los conocimientos matemáticos que se posee para llegar a conclusiones matemáticas.

4. Comparar los datos obtenidos como predicciones con datos reales. Si los datos son diferentes, se reinicia el proceso.

Modelo de Inventarios según Narasimhan: En el diseño de sistema de inventarios, se tiene en cuenta las características más relevantes del mundo real, es decir, aquellas variables cuya presencia tiene efectos significativos sobre el objeto fijado. Desde este punto de vista el sistema presenta una simplificación o abstracción de una realidad. Por otra parte, la operación del sistema se facilita con el empleo de modelos, que en forma directa o indirecta dan elección más conveniente, según los supuestos que han llevado a su formulación.

El desarrollo de modelo no es un trabajo reciente en el campo de la administración. Los esquemas de balance de la empresa representan modelos generales que simplifican la realidad de la empresa, pero que son capaces de proveer información para la toma de decisiones de los ejecutivos. En otros casos los modelos, según los supuestos de su construcción dan una o más alternativas que permiten si la realidad se comporta como establece el modelo, lograr el mejor desempeño del sistema.

Se distinguen dos tipos de modelo que son los empíricos y matemáticos. Los modelos empíricos corresponden a los que utilizan las empresas para administrar sus inventarios, cuando no se encuentra una función o objetivo claramente cuantificado que trate de optimizar, y en que la información que se provee a los

ejecutivos no permite fácilmente establecer cuál es la estrategia de mayor eficiencia económica.

Modelos de inventarios deterministas: Quienquiera que haya adquirido artículos en grandes volúmenes de pedidos ha podido pagar un precio unitario menor. Cuando se conoce la demanda, la entrega se vuelve instantánea y el precio de los productos varía de acuerdo al volumen ordenado.

Métodos de inventario estocásticos: Los vendedores de diario, gerente de producción, propietarios de carnicería, etc, deben hacer frente al problema de ¿Qué tanto debo pedir? Cuando la situación de la orden es sólo para el próximo período los costos críticos solo los costos de escasez por no tener existencia (C_u) y los costos por tener demasiada existencia (C_o). El vendedor, gerente o dueño, se enfrenta a la minimización de los costos totales cuando la demanda no se conoce con certeza.

1.10.4 Marco metodológico

Tipo de investigación

Cuantitativo

Ya que se es un proyecto en donde se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables se hace necesaria la utilización de este tipo de investigación.

Se realiza una medición penetrante y controlada de todos los datos y medios que intervienen en nuestro modelo matemático, obteniendo todas las variantes desde un punto de vista crítico encontrando así el modelo que permita la minimización de costos.

Diseño previo de la investigación:

1. Trabajo de campo: Recolección de datos, diálogo con funcionarios y empleados que intervienen en los movimientos de los inventarios.
2. Desarrollo del modelo matemático para el control de los inventarios con los resultados del trabajo de campo.
3. Aplicación como práctica del modelo matemático para el control de los inventarios.
4. Determinar los resultados encontrados en la aplicación de prueba.

Enfoque experimental

Se hace necesario la realización varias pruebas de resultado en donde se usarán técnicas y/o experiencias no convencionales para hallar el resultado positivo de nuestro modelo matemático, en dado caso de dar resultados negativos se llegaría a la implementación de correctivos hasta encontrar el que satisfaga todas las expectativas de la Cámara de Representantes

Recolección de datos

En esta investigación fue determinante la observación y la realización entrevistas, teniendo en cuenta que solo con estas dos se pudieron encontrar las variables del modelo matemático.

Identificación

Se obtuvo una vista superficial del problema y un panorama de la situación al inicio del proyecto para esta solo se realizó una medición contable de elementos de oficina despachados a las diferentes secciones de la Cámara de Representantes-

Documentos existentes

Base de datos de inventarios generales, como (Muebles y enseres)

Entrevistas

Se dialogó con cada miembro que intervenga activamente en la manipulación de los inventarios, para así informarse con mayor claridad acerca de los factores que afectan el control total de los inventarios también se informó de los costos unitarios de cada uno de los 50 elementos a investigar.

1.10.5 Marco legal: **NORMA TÉCNICA DE CALIDAD EN LA GESTIÓN PÚBLICA NTCGP 1000:2004**

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 6º de la Ley 872 de 2003, esta norma establece los requisitos para la implementación de un sistema de gestión de la calidad aplicable a la rama ejecutiva del poder público y otras entidades prestadoras de servicios.

NOTA En adelante, y a lo largo de esta norma, el término "entidad" hace referencia a todas aquellas entidades y organismos a las cuales se les aplica la Ley 872 de 2003 y que se citan en el numeral 3.23 de esta norma.

Esta norma está dirigida a todas las entidades, y tiene como propósito mejorar su desempeño y su capacidad de proporcionar productos y/o servicios que respondan a las necesidades y expectativas de sus clientes.

La orientación de esta norma promueve la adopción de un enfoque basado en los procesos, el cual consiste en identificar y gestionar, de manera eficaz, numerosas actividades relacionadas entre sí. Una ventaja de este enfoque es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales que hacen parte de un sistema conformado por procesos, así como sobre su combinación e interacción.

2. APLICACIÓN DE MODELO MATEMATICO DE INVENTARIOS MULTIPRODUCTO

2.1 INFORMACIÓN DE ENTRADA PARA EL MODELO DE INVENTARIOS

Recolectar la información necesaria para el modelo fue la parte más ardua y dura ya que se tuvo que valer de ayudas tales como ir dependencia por dependencia y pedir informes y documentos contundentes donde se mostrara la cantidad exacta de pedidos mensuales por un año, organizar dicha información en tablas y validarla con el encargado de distribuir dichos inventarios en las dependencias, vale decir que la información recolectada fue de los meses de enero de 2009 a febrero de 2010.

El encargado de los inventarios de productos no devolutivos (Dr. Samuel Tenjo) con un criterio de ahorro realiza promedios de pedidos anteriores y con esta información asigna la cantidad necesaria de productos para cada dependencia, con el contraste de los dos puntos de vista (Dependencia-encargado de los inventarios) se saca el estimativo de los productos por dependencias.

Con esta información se realizó un archivo en Excel el cual muestra el comportamiento en un (1) año, y se encontró gracias a las herramientas que este

software permite el lead time mínimo y máximo por producto. Sabiendo que el Lead Time es el tiempo de pedido desde que se realiza dicho pedido hasta que llega a las instalaciones, Tanto el lead time mínimo como el medio y el máximo fueron obtenidos por una aproximación triangular ya que dichos días de pedidos son empíricos, esto que quiere decir que pueden variar de 3 a 31 días según sea el producto, donde los que más se demoran en llegar son los productos importados (Estos días son en tiempo real).

La distribución triangular es típicamente usada para una descripción subjetiva de una población, esta solamente es para una muestra de datos limitada y especialmente en casos donde la relación entre variables es conocida, pero los datos son escasos, se basa en el conocimiento y experiencia a través en un mínimo y un máximo.

A continuación se muestra la fórmula para obtener el lead time:

$$\begin{aligned} &= \text{ALEATORIO}() * (B - A) + A \text{ ————— PARA EL LEAD TIME MÍNIMO} \\ &= \text{ALEATORIO}() * (C - B) + B \text{ ————— PARA EL LEAD TIME MEDIO} \\ &= \text{ALEATORIO}() * (B - C) + C \text{ ————— PARA EL LEAD TIME MÁXIMO} \end{aligned}$$

Se utilizaron las siguientes variables para poder utilizar la distribución

Tabla 1: Distribución en días del lead time

DÍAS	LEAD TIME	
3	LT MIN	
12	LT MIN	LT MED

21	LT MAX	LT MED
31	LT MAX	

Se toman 31 días para tener un estándar en máximo de días, donde no se tiene en cuenta el mes que tenga menos días.

Para el lead time mínimo:

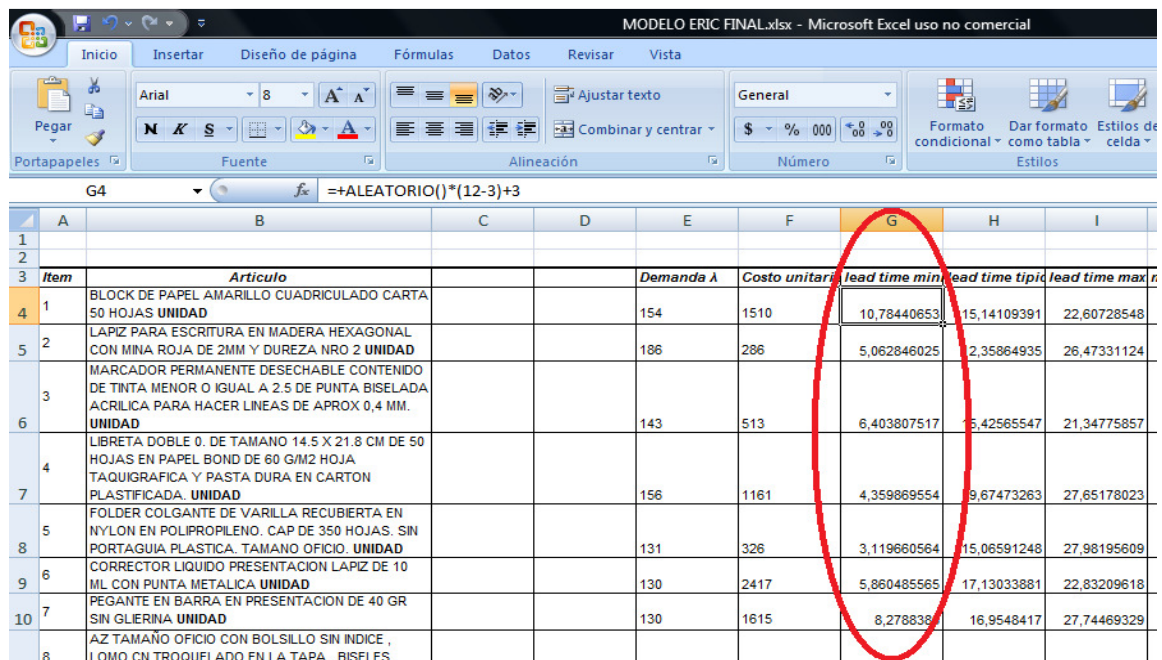
Debido a la aleatoriedad de los datos como se mencionó anteriormente que al no saber un tiempo exacto de pedido por producto se tomó un aleatorio y se sabía que el tiempo mínimo de pedido sería de tres (3) días desde la solicitud del pedido. (Información brindada por el encargado de los pedidos, Dr. Samuel Tenjo)

Esta distribución tiene 3 parámetros, a límite inferior de la variable; b el modo y c límite superior de la variable.

$$\begin{array}{c}
 \text{Lead time mínimo (información dada por el encargado} \\
 \text{de realizar los pedido)} \\
 \hline
 = \text{ALEATORIO()} * (12 - 3) + 3 \\
 \begin{array}{cc}
 \downarrow & \downarrow \\
 \text{Aleatorio con números reales} & \text{Máximo para el lead time (en días)}
 \end{array}
 \end{array}$$

Fórmula brindada por la Ing. Leila Ramírez

Figura 2. Lead time mínimo



MODELO ERIC FINAL.xlsx - Microsoft Excel uso no comercial

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Portapapeles Pegar Fuente Alineación Número Estilos

G4 $\text{=+ALEATORIO()}*(12-3)+3$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	Item	Artículo			Demanda A	Costo unitario	lead time min	lead time típico	lead time max
4	1	BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD			154	1510	10,78440653	15,14109391	22,60728548
5	2	LAPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO 2 UNIDAD			186	286	5,062846025	2,35864935	26,47331124
6	3	MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2.5 DE PUNTA BISELADA ACRILICA PARA HACER LINEAS DE APROX 0,4 MM. UNIDAD			143	513	6,403807517	6,42565547	21,34775857
7	4	LIBRETA DOBLE 0. DE TAMAÑO 14.5 X 21.8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRAFICA Y PASTA DURA EN CARTON PLASTIFICADA. UNIDAD			156	1161	4,359869554	9,67473263	27,65178023
8	5	FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP DE 350 HOJAS. SIN PORTAGUÍA PLÁSTICA. TAMAÑO OFICIO. UNIDAD			131	326	3,119660564	15,06591248	27,98195609
9	6	CORRECTOR LIQUIDO PRESENTACION LAPIZ DE 10 ML CON PUNTA METALICA UNIDAD			130	2417	5,860485565	17,13033881	22,83209618
10	7	PEGANTE EN BARRA EN PRESENTACION DE 40 GR SIN GLIERINA UNIDAD			130	1615	8,278838	16,9548417	27,74469329
8		AZ TAMAÑO OFICIO CON BOLSILLO SIN INDICE, LOMO CN TROQUELADO EN LA TAPA, BISELES							

Fuente: El autor. 2010

Para el lead time medio:

Dadas las condiciones de la distribución triangular se hace necesario determinar la media que corresponde a la variable B de la distribución

Lead time medio: información obtenida por un promedio simple

$$\text{=ALEATORIO()} * (21 - 12) + 12$$

Aleatorio con numeros reales Maximo para el lead time (en días)

Figura 3. Lead time medio

MODELO ERIC FINAL.xlsx - Microsoft Excel uso no comercial

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Portapapeles Pegar Fuente Alineación General Número Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celdas

H4 =ALEATORIO()*(21-12)+12

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	Item	Artículo			Demanda A	Costo unitario	lead time min	lead time tipic	lead time max
4	1	BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD			154	1510	10,78440653	15,14109391	22,60728548
5	2	LAPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO 2 UNIDAD			186	286	5,062844025	12,35864935	26,47331124
6	3	MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2.5 DE PUNTA BISELADA ACRILICA PARA HACER LINEAS DE APROX 0,4 MM. UNIDAD			143	513	6,403807517	15,42565547	21,34775857
7	4	LIBRETA DOBLE 0. DE TAMAÑO 14.5 X 21.8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRAFICA Y PASTA DURA EN CARTON PLASTIFICADA. UNIDAD			156	1161	4,359809554	19,67473263	27,55178023
8	5	FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP DE 350 HOJAS. SIN PORTAGUIA PLASTICA. TAMAÑO OFICIO. UNIDAD			131	326	3,119660564	15,06591248	27,98195609
9	6	CORRECTOR LIQUIDO PRESENTACION LAPIZ DE 10 ML CON PUNTA METALICA UNIDAD			130	2417	5,860485065	17,13033881	22,83209618
10	7	PEGANTE EN BARRA EN PRESENTACION DE 40 GR SIN GLIERINA UNIDAD			130	1615	8,2788380	16,9548417	27,74469329
8		AZ TAMAÑO OFICIO CON BOLSILLO SIN INDICE , LOMO CN TROQUELADO EN LA TAPA , BISELES							

Fuente: El autor. 2010

Para el lead time máximo

Para este Lead Time se toman los rangos del máximo en días y del medio en días donde se halla el máximo en días permitidos por producto, también se utiliza el aleatorio ya que se necesita este para el valor diferente para cada producto.

Lead Time maximo: informacion obtenida por un promedio

$$= \text{ALEATORIO}() * (21 - 30) + 30$$

Aleatorio con numeros reales mediano , para el lead time (en dias)

Figura 4. Lead time máximo

MODELO ERIC FINAL.xlsx - Microsoft Excel uso no comercial

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Pegar Fuente Alineación Número Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Estilos

14 =ALEATORIO()*(30-21)+21

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	Item	Artículo			Demanda A	Costo unitario	lead time min	lead time tip	lead time max
4	1	BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD			154	1510	10,78440653	15,14109391	22,60728548
5	2	LAPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO 2 UNIDAD			186	286	5,062846025	12,35861935	26,47331124
6	3	MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2.5 DE PUNTA BISELADA, ACRILICA PARA HACER LINEAS DE APROX 0,4 MM. UNIDAD			143	513	6,403807517	15,42555547	21,34775857
7	4	LIBRETA DOBLE 0. DE TAMAÑO 14.5 X 21.8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRAFICA Y PASTA DURA EN CARTON PLASTIFICADA. UNIDAD			156	1161	4,359869554	19,67413263	27,65178023
8	5	FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP DE 350 HOJAS. SIN PORTAGUJA PLASTICA. TAMAÑO OFICIO. UNIDAD			131	326	3,119660564	15,06591248	27,98195609
9	6	CORRECTOR LIQUIDO PRESENTACION LAPIZ DE 10 ML CON PUNTA METALICA UNIDAD			130	2417	5,860485565	17,13033811	22,83209618
10	7	PEGANTE EN BARRA EN PRESENTACION DE 40 GR SIN GLIERINA UNIDAD			130	1615	8,2788386	16,9548417	27,74469321
8	8	AZ TAMAÑO OFICIO CON BOLSILLO SIN INDICE, LOMO CN TROQUELADO EN LA TAPA, BISELES							

Fuente: El autor. 2010

2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA.

Los modelos matemáticos tipo I e híbrido trabajan bajo la distribución poisson de la demanda dada la aleatoriedad de esta variable es por esta razón que se tomaron todas las demandas y averiguaron sus respectivas distribuciones estadísticas con el programa Arena 7, 01 – Input Analyzer y el Risk Simulator. Se observó que estaban en diferentes distribuciones. Por esto se tuvo que realizar una transformación a los datos para lograr una distribución poisson.

La información de la demanda mensual de enero de 2009 a febrero de 2010, fue la analizada en este proyecto, ya que era la única disponible, dentro de las

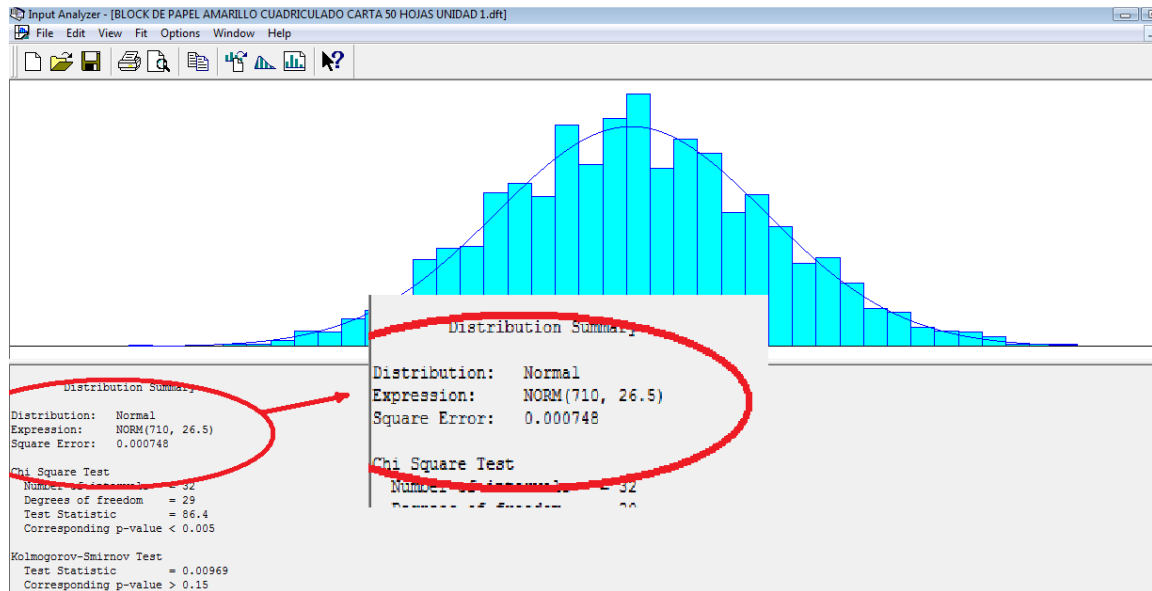
características del modelo la demanda es anual lo que incurrió en calcular el promedio anual. La información que se utilizó se muestra a continuación:

Figura 5. Información recopilada en 1 año

Fuente: El autor. 2010

Los resultados obtenidos por el Arena 7, 01 para el producto 1 se muestran a continuación:

Figura 6. Resultado distribucion normal

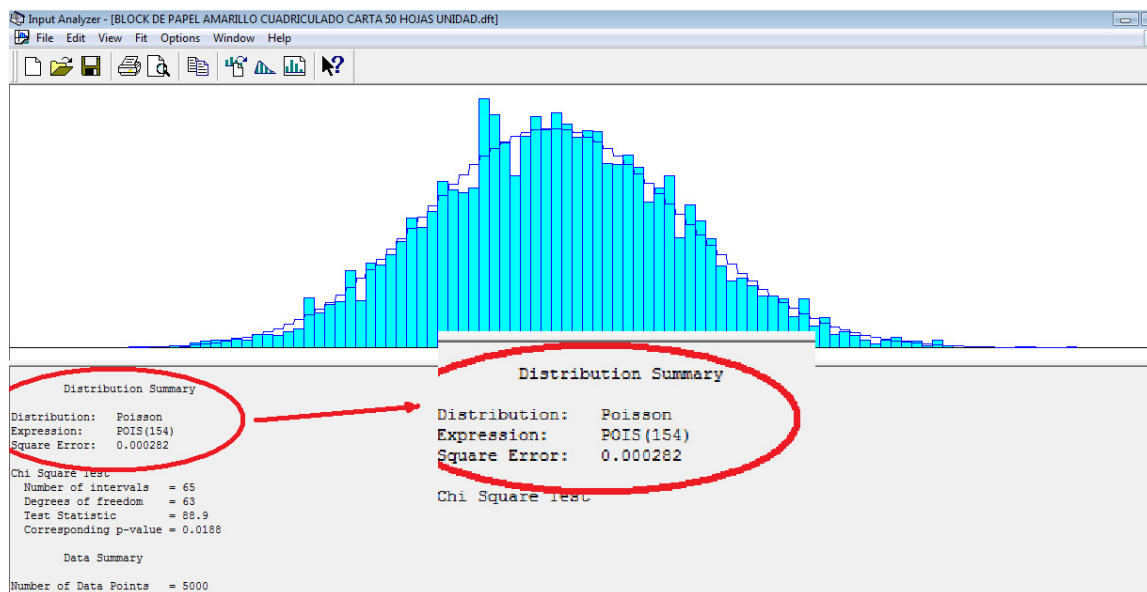


Fuente: El autor. 2010

Primera corrida del producto en el Arena 7, 0.

Se observa que los primeros resultados no son favorables para introducir los valores en el modelo matemático, entonces se realizó un promedio de cada producto por año y con ese resultado se introdujo al software y se obtuvo el resultado requerido, como se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 7. Resultado distribucion de Poisson



Fuente: El autor. 2010

En esta figura se observa el producto número 1, donde ya se obtiene una distribución de poisson, la necesaria para introducir los datos de las demandas al modelo matemático.

A continuación se muestra las distribuciones obtenidas en arena para los diferentes productos y su respectiva transformación a poisson.

Tabla2. Distribuciones antes y después de ser transformadas a poisson

ITEM	ARTÍCULO	DISTRIBUCIÓN SIN TRANSFORMAR	DISTRIBUCIÓN TRANSFORMADA A POISSON	
1	BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD	Exponencial 1.92	Poisson	154
2	LÁPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO 2 UNIDAD	Exponencial 1.93	Poisson	186
3	MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2.5 DE PUNTA BISELADA ACRÍLICA PARA HACER LÍNEAS DE APROX 0,4 MM. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	143
4	LIBRETA DOBLE O. DE TAMANO 14.5 X 21.8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRÁFICA Y PASTA DURA EN CARTÓN PLASTIFICADA. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	156
5	FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP DE 350 HOJAS. SIN PORTAGUÍA PLÁSTICA. TAMANO OFICIO. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	131
6	CORRECTOR LÍQUIDO PRESENTACIÓN LÁPIZ DE 10 ML CON PUNTA METÁLICA UNIDAD	Weibull 180	Poisson	130
7	PEGANTE EN BARRA EN PRESENTACIÓN DE 40 GR SIN GLIERINA UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	130
8	AZ TAMAÑO OFICIO CON BOLSILLO SIN ÍNDICE , LOMO CN TROQUELADO EN LA TAPA , BISELES INFERIORES AZUL UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	114
9	BORRADOR PARA LÁPIZ. TIPO NATA TAMAÑO GRANDE UNIDAD	Gamma 1.08	Poisson	121

10	ROLLO DE PAPEL PARA FAX. EN PAPEL TÉRMICO SIN IMPRESIÓN. DE 21 CM DE ANCHO Y 30 M DE LARGO POR 1 UNIDAD. UNIDAD	Weibull 1.23	Poisson	123
----	---	--------------	---------	-----

Fuente: El autor. 2010

El resto de información se encuentra en el anexo 1

2.3 DETERMINACIÓN DE COSTOS.

Para determinar los costos de los productos se realiza una subasta con diferentes licitantes en donde se selecciona al que venda sus productos a menor costo el producto, y así se obtienen los precios de todos los productos que consume la Cámara de Representantes. El congreso utiliza la subasta inversa en donde (También denominada subasta de contratación, e-subasta, el abastecimiento de eventos, e-sourcing o ERA) es una herramienta utilizada en las empresas industriales para la contratación de negocios. Es un tipo de subasta en la que se invierte el papel de comprador y vendedor, con el objetivo principal de impulsar los precios de compra a la baja, en una subasta inversa, los vendedores compiten para obtener negocios

Así mismo los productos no tienen variables de precios ya que se selecciona un valor único para todo el año, ya sea que suban costos de fabricación será el mismo precio, ese es el riesgo que tiene los licitantes al realizar sus negocios al Congreso de la República.

La gráfica de costos por producto que se observa en la figura 8, donde se aprecia que no hay variabilidad de los precios ya que estos son estables por todo el año solo hay variables en las cantidades mensuales ya que estas son decididas por el comprador, ósea en este caso la Cámara de Representantes.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'NUMERADO.xls [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel uso no comercial'. The spreadsheet contains a table with the following data:

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
		Vr sin Iva	Iva	Vr Incluido	2009-04	2009-04	2009-05	2009-06	2009-07	2009-08	2009-09	2009-10	2009-11	2009-12	2010-01	Total
1	Nombre del Artículo															
2	BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD	1510	16	1751,6	399	143	21	420	6	356	88	211			51	1695
3	LAPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO 2 UNIDAD	286	0	286	364	187	22	607	12	419	147	209			74	2041
4	MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2,5 DE PUNTA BISELADA ACRILICA PARA HACER LINEAS DE APROX 0,4 MM. UNIDAD	513	16	595,08	363	119	13	419	3	312	75	225			49	1578
5	LIBRETA DOBLE 0. DE TAMAÑO 14,5 X 21,8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRAFICA Y PASTA DURA EN CARTON PLASTIFICADA. UNIDAD	1161	16	1346,76	352	136	15	448	14	367	108	251			26	1717
6	FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP DE 350 HOJAS. SIN PORTAGUÑA PLASTICA. TAMAÑO OFICIO. UNIDAD	326	16	378,16	335	287	37	356	1	254	82	86			0	1438
7	CORRECTOR LIQUIDO PRESENTACION LAPIZ DE 10 ML CON PUNTA METALICA UNIDAD	2417	16	2803,72	316	118	8	339	8	283	69	221			66	1428
8	PEGANTE EN BARRA EN PRESENTACION DE 40 GR SIN GLIERINA UNIDAD	1615	16	1873,4	312	121	13	334	7	302	68	209			67	1433

52

2.4 APLICACIÓN HEURÍSTICO HÍBRIDO Y HEURÍSTICO TIPO I

La viabilidad del proyecto está restringida y muy limitada ya que su aplicación y su implementación abarcarían costos excesivos tanto en el mantenimiento de dichos inventarios como para los empleados que tendrán que asignar a la dependencia.

Motivos dados por el encargado (Dr. Samuel Tenjo, Encargado del inventario en la Cámara de Representantes),

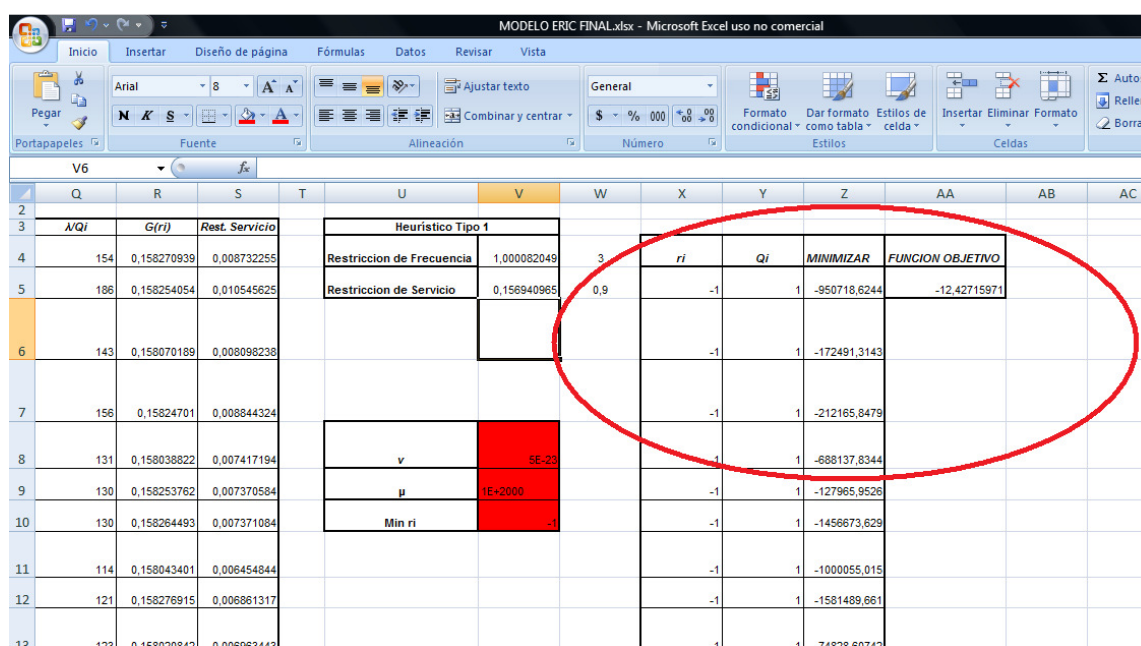
“Por otro lado el Congreso está aplicando una selección de subasta y de pedidos programados por internet lo que hasta el momento ha funcionado, y aunque el derroche de elementos es muy grande este, es el que más se acomoda a las necesidades que se tienen en este momento en la Cámara de Representantes”

Toda la información recolectada se aplicó a dos tipos de modelos el primero el Heurístico Tipo 1 y el segundo el Heurístico Híbrido con el objetivo de observar cual de los dos se ajustaba a las necesidades de la Cámara de Representantes

Al correr el modelo del Heurístico Tipo 1 se encontró que no llenaba las expectativas necesarias ya que sus resultados no eran acordes a lo que buscaba el modelo.

Como se observa en la imagen los resultados dan negativos tanto en el stock de seguridad como en el pedido qué se debe hacer y cuando se debe hacer, lo cual no sería ni lógico ni conveniente para la Cámara de Representantes.

Figura 9. Resultado heurístico tipo 1



	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
2													
3	A/Qi	G(ri)	Rest. Servicio										
4	154	0,158270939	0,008732255		Restriccion de Frecuencia	1,000082049	3	ri	Qi	MINIMIZAR	FUNCION OBJETIVO		
5	186	0,158254054	0,010545625		Restriccion de Servicio	0,156940965	0,9	-1	1	-950718,6244	-12,42715971		
6	143	0,158070189	0,008098238					-1	1	-172491,3143			
7	156	0,15824701	0,008844324					-1	1	-212165,8479			
8	131	0,158038822	0,007417194		v	5E-23		-1	1	-888137,8344			
9	130	0,158253762	0,007370584		μ	1E+2000		-1	1	-127965,9526			
10	130	0,158264493	0,007371084		Min ri	-1		-1	1	-1456673,629			
11	114	0,158043401	0,006454844					-1	1	-1000055,015			
12	121	0,158276915	0,006861317					-1	1	-1581489,661			
13	123	0,158070842	0,006983443					-1	1	-74829,60742			

Fuente: El autor. 2010

Como se puede ver los resultados obtenidos en este modelo son inviables y demuestra que al pedir una cantidad de -1 en un intervalo de tiempo de una vez al año su costo beneficio sería negativo.

Se puede reseñar que se utilizaron estos 2 modelos (Heurístico híbrido, tipo I) para así mismo comparar si se encontraban falencias en los resultados y se

Figura 10. Resultado heurístico híbrido

Fuente: El autor. 2010

Al correr este modelo “el Heurístico Híbrido” se determinaron los costos las cantidades pedido con una concordancia con la realidad del Congreso de la República, ya que se determinaron valores lógicos y que confrontados con la realidad (Validación del modelo, donde se dialogó con el encargado y se le mostró las cifras obtenidas) muestran que su rango de satisfacción al congreso sería muy grande frente a que si no se usara ningún modelo.

En el producto 1 si se realiza un pedido de una vez al año con un stock de 1197 unidades, se tendrían que pedir 93 unidades una sola vez al año y el beneficio en pesos sería de \$1.200.000 redondeando la cifra.

Así mismo se concluye que el modelo más factible de usar y de aplicar en un futuro sería el heurístico Híbrido ya que sus resultados son tanto factibles como lógicos y su disminución de costos es bastante visible y viéndolo objetivamente se ajusta tanto a las necesidades de la Cámara de Representantes tanto por su disminución de costos como para su reducción de tiempos de entrega a las diferentes dependencias que necesitan sus productos de carácter inmediato, mientras que el modelo Heurístico Tipo 1 da los resultados muy poco factibles para su aplicación tanto por qué no reduce costos sino los aumenta, en si este modelo no aplica para este tipo de empresas por sus resultados tan poco favorables para la Cámara de Representantes.

2.5 RESULTADOS OBTENIDOS EN EXCEL

La aplicación del modelo en la plataforma Excel fue de gran ayuda a la obtención de resultados ya que su gran plaza ayuda a que se hayan obtenido los buenos resultados que se derivaron de la aplicación del modelo en este sistema

1. Se traspasaron todos los datos obtenidos por la recolección de información.

Figura 11. Información recopilada inicialmente

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
		Código	Nombre del Artículo	Vr sin Iva	IVA	Vr Incluido	2009- 03	2009- 04	2009- 05	2009- 06	2009- 07	2009- 08	2009- 09	2009- 10	2009- 11	2010- 01	Total	Total		
1	14	2	BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD	1510	16	1751,6	399	143	21	420	6	356	88	211		51	1695	2968962		
2	15	31	LAPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO 2 UNIDAD	286	0	286	364	187	22	607	12	419	147	209		74	2041	583726		
3	16	33	MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2.5 DE PUNTA BISELADA ACRILICA PARA HACER LINEAS DE APROX 0,4 MM. UNIDAD	513	16	595,08	363	119	13	419	3	312	75	225		49	1578	939036,24		
4	17	32	LIBRETA DOBLE 0. DE TAMAÑO 14.5 X 21.8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRAFICA Y PASTA DURA EN CARTON PLASTIFICADA. UNIDAD	1161	16	1346,76	352	136	15	448	14	367	108	251		26	1717	2312386,9		
5	18	27	FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP DE 350 HOJAS. SIN PORTAGUJA PLASTICA. TAMAÑO OFICIO. UNIDAD	326	16	378,16	335	287	37	356	1	254	82	86		0	1438	543794,08		
6	19	23	CORRECTOR LIQUIDO PRESENTACION LAPIZ DE 10 ML CON PUNTA METALICA UNIDAD	2417	16	2803,72	316	118	8	339	8	283	69	221		66	1428	4003712,2		

Fuente: El autor. 2010

2. Se seleccionó el promedio por producto para poder cambiar a una distribución de poisson en el programa Arena 7, 01.

Figura 12. Promedio anual de los pedidos por producto

Item	Promedio de la Demanda A	Costo unitario
1 BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD	154	1510
2 LAPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO 2 UNIDAD	186	286
3 MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2.5 DE PUNTA BISELADA ACRILICA PARA HACER LINEAS DE APROX 0.4 MM. UNIDAD	143	513
4 LIBRETA DOBLE 0 DE TAMAÑO 14.5 X 21.8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRAFICA Y PASTA DURA EN CARTON PLASTIFICADA. UNIDAD	156	1161
5 FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP DE 350 HOJAS. SIN PORTAGUJA PLASTICA. TAMAÑO OFICIO. UNIDAD	131	326
6 CORRECTOR LIQUIDO PRESENTACION LAPIZ DE 10 ML CON PUNTA METALICA UNIDAD	130	2417
7 PEGANTE EN BARRA EN PRESENTACION DE 40 GR SIN GLERINA UNIDAD	130	1615
8 AZ TAMAÑO OFICIO CON BOLSILLO SIN INDICE, LOMO CN TROQUELADO EN LA TAPA, BISELES INFERIORES AZUL UNIDAD	114	3999
9 BORRADOR PARA LAPIZ TIPO NATA TAMAÑO GRANDE UNIDAD	121	117
10 ROLLO DE PAPEL PARA FAX EN PAPEL TERMICO SIN IMPRESION DE 21 CM DE ANCHO Y 30 M DE LARGO POR 1 UNIDAD. UNIDAD	123	3533
11 CINTA ADHESIVA CON RESPALDO EN ACETATO Y ADHESIVO SINTETICO INVISIBLE. DIMENSIONES DE 12MM X 20 CM. UNIDAD	108	232
12 GANCHO PARA LEGAJADOR METALICOS PLASTICO, CAJA METALICO PLASTICO Y ESTAS FICHAS SERAN COMPLEMENTADAS. CAJA	86	813
13 GANCHO CLIPS NO. 1 CAJA	96	265
14 PAPEL BOND 75 G/M2 TAMAÑO CARTA POR RESMA DE 500 HOJAS, A UNA		

Fuente: El autor. 2010

3. Aplicar los datos del promedio obtenidos anteriormente al modelo matemático, en este paso el Excel es fundamental ya que este permite realizar infinidad de operaciones, y gracias a esta herramienta se puede observar el comportamiento del modelo.

Figura 13. Herramientas usadas en Excel

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1															
2															
3		Demanda A	Costo unitario	lead time min	lead time tip	lead time max	media distrib	varianzadistri	varianza para	q	Qi	si<=1	Calculo de raíz	ri	A/A
4	154	1510	0,035240565	0,083993626	0,147393689	0,082209293	0,000565573	13,49534118	3,673690034	3,673690034	74,81879115	0,055172829	0,327607		
5	186	286	0,020998319	0,059521705	0,13277087	0,071096964	0,000537294	18,65933034	4,319644701	4,319644701	77,6801	0,066637313	0,24845755		
6	143	513	0,039317115	0,0545097	0,159610958	0,084479258	0,000715214	14,70988673	3,835347015	490,1134527	0,0	73,1549	76,99022186	0,051231913	0,2917691
7	156	1161	0,046421102	0,064257032	0,170881668	0,093853267	0,000754927	18,46575245	4,297179592	340,2776904	0,0	77,3905	81,68769314	0,055889359	0,45844909
8	131	326	0,027738166	0,054749346	0,173413957	0,085300493	0,001000898	17,26171148	4,154721589	588,456189	0,0	76,1576	80,31232409	0,046932731	0,22261640
9	130	2417	0,014468557	0,062495444	0,168790218	0,081918073	0,001039454	17,64868689	4,201034027	215,2884039	0,0	76,4702	80,6712173	0,046574466	0,60384116
10	130	1615	0,033479921	0,056935403	0,154703329	0,081706218	0,000688996	11,7257318	3,424285589	263,3738789	0,0	69,0648	72,48906867	0,046574466	0,49359488
11	114	3999	0,016500516	0,055709579	0,158819718	0,077009938	0,000900661	11,78200413	3,432492407	156,7342863	0,0	69,0959	72,52838066	0,040842224	0,72734564
12	121	117	0,042741309	0,060793464	0,164417723	0,089317499	0,000718584	10,61010295	3,257315299	944,0327074	0,0	67,4845	70,74179223	0,04335008	0,12817352

Fuente: El autor. 2010

En donde se puede observar la cantidad de elementos que puede utilizarse para la realización del modelo y su facilidad de uso hace el Excel un programa el cual se adapta a las condiciones que se buscaban en la realización de este modelo.

4. Resultados obtenidos gracias a esta herramienta

Figura 14. Resultado modelo heurístico híbrido

	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

Fuente: El autor. 2010

El resultado es lo más importante del modelo, pero sin un entrelazo entre los resultados de las diferentes celdas no serviría de nada los resultados individuales, gracias a esta herramienta para hallar el resultado final se pueden tomar los resultados finales y hacer la operación que se quiera en una celda futura.

5. Con el resultado del modelo a utilizar se sacó el resultado de hacer el pedido de 1 hasta 5 veces al año, con el propósito de mirar que tan grande

sería al ahorro desde el 1° hasta la 5ª vez y si sería viable el hacerlo entre estos rangos.

Figura 15. Resultado modelo híbrido para 1 a 5 veces de pedidos

	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1														
2														
3														
4	<i>N/Qi</i>	<i>G(r)</i>	<i>Rest. Servicio</i>											
5	1,58411996	0,85540031	0,04719486											
6	0,75766761	0,85692525	0,0571032											
7	0,88974577	0,85777966	0,04394569											
8	1,3980337	0,85564856	0,04782165											
9	0,67886541	0,8595444	0,04034077											
10	2,04140464	0,85434474	0,03979065											

Fuente: El autor. 2010

Resto de información anexo 3

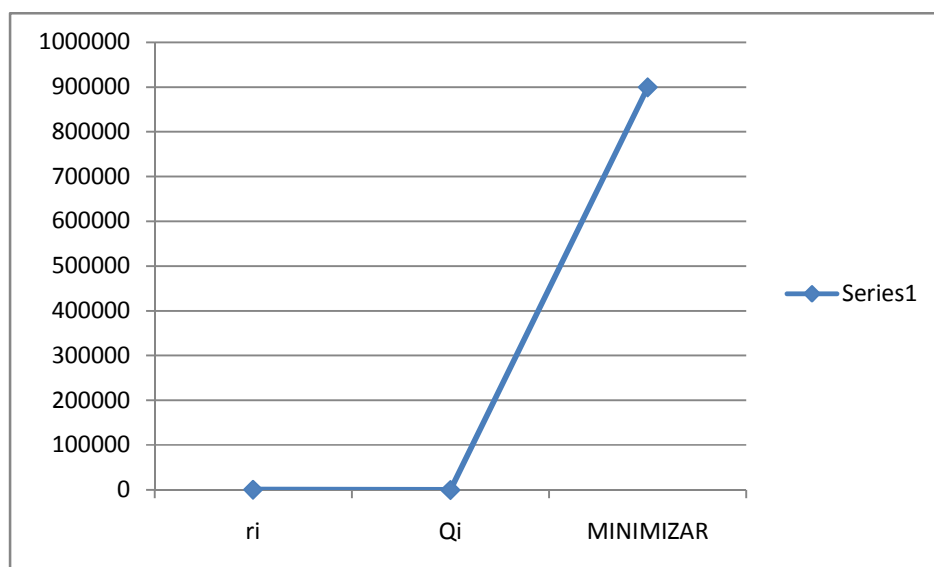
Se observa los 5 datos en donde se realizó la comparación desde el punto de vista de la reducción de costos y del poder aplicarlo en forma en el recinto del Congreso de la República.

Donde 1 sería si se realizará el pedido 1 vez por año, su resultado fue el mejor ya que las utilidades fueron las más altas (La comparación entre las 5 se muestras en una tabla en las siguientes páginas)

Heurístico Híbrido para el producto 1

Figura 16. Resultado para el heurístico híbrido

(Cientos de millones)



Fuente: El autor. 2010

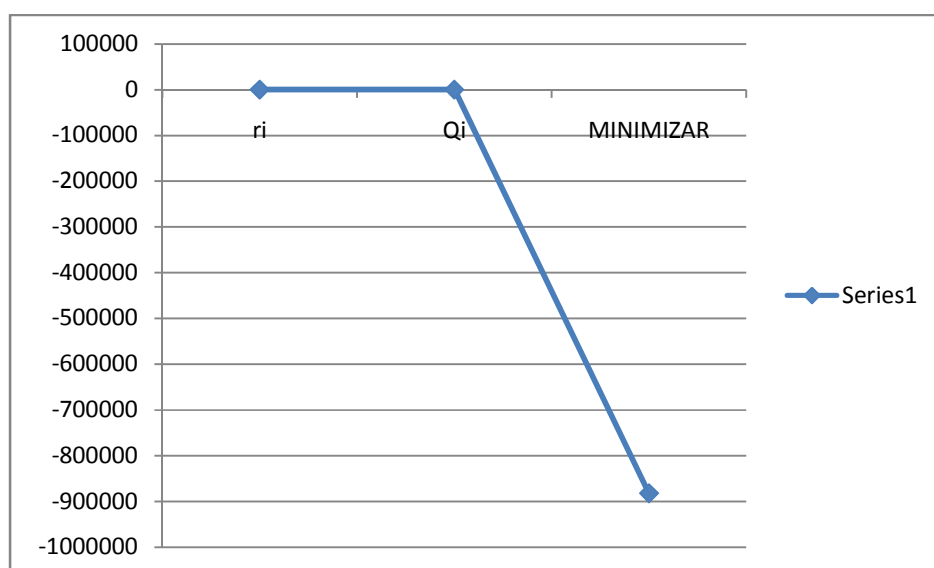
Se ve el nivel que se tiene que tener de inventario y así mismo en el stock de seguridad de este y la cantidad de dinero que se economiza al usar este modelo.

Es válido afirmar que el beneficio brindado por este modelo es una gran alternativa de ahorro en el recinto del Congreso de la República y dicho ahorro se refleja en la comparación de estas dos figuras.

Heurístico Tipo I

Figura 17. Resultado para el heurístico tipo I

(Cientos de millones)



Fuente: El autor. 2010

Se denota la gran diferencia entre la utilización de este modelo y la del anterior los costos no se reducen y por lo contrario tienden a aumentar dando resultados totalmente inviables.

La utilización y posterior aplicación de este modelo sería un error garrafal en la economía del Congreso de la República, como se ve en la figura de resultados de este modelo.

2.6 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Validando el modelo se demuestra la viabilidad de hacer los pedidos en 1,2,3,4,y 5 veces al año se vio que los más viables a utilizar es de 3 a 5 veces al año ya que los inventarios reposados representan costos de mantener inventarios y se pueden vencer y/o dañar el producto.

“El modelo planteado por el estudiante, es muy válido en el sector privado por el control que ejercen, por la estructura organizacional (Por tener constituido un almacén) si el Congreso de la República ejerciera un control estricto de sus elementos de consumo, sería muy viable la aplicación de dicho modelo en este recinto, pero mientras se siga con esta cultura (De derroche), no sería viable la aplicación de este modelo, ya que muestra muchos ahorros y un stock de seguridad el cual evitaría el desabastecimiento en un momento.”

Samuel Tenjo

Encargado del inventario en la Cámara de Representantes

2.7 TABLA DE FRECUENCIA

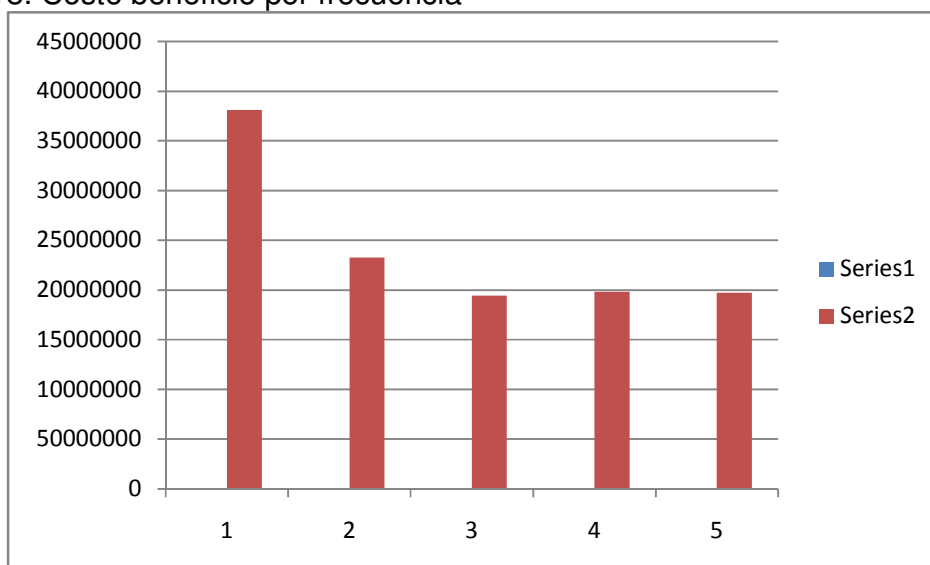
Se muestra los 5 niveles de frecuencia de ocurrencia de pedidos por año, se muestra también los resultados según cada uno de ellos y muestra el costo beneficio de cada una de ellas.

Tabla 2. Tabla de frecuencia

frecuencia (veces al año)	costo	V	μ
1	381.127.946,18	0,5	4
2	232.630.980,90	2,500003564	100000
3	194.185.367,70	0,899998474	10000
4	197.986.069,30	0,799951172	9999,999999
5	197.029.287,40	0,5	10000

Fuente: El autor. 2010

Figura18. Costo beneficio por frecuencia



Fuente: El autor. 2010

3. CONCLUSIONES

El modelo matemático es muy útil y muy eficiente a la hora de su aplicación y sus resultados son bastantes significativos para la compañía que los aplique, aunque la compañía tiene que tener una cultura de ahorro ya que sin esta el modelo sería muy poco factible en la hora de hablar de resultados.

El desarrollo de este modelo abarcaría más que una simple aplicación de números y reglas, está desprendería una serie de cambios al interior del Congreso de la República, tanto por su mentalidad de miedo al cambio los hace seguir con una política de desperdicio basada en promedios y cálculos banales del encargado de los inventarios.

La academia aporta aspectos significativos en la solución de los problemas de inventarios en la Cámara de Representantes, demostrando los beneficios que podrían tener si se aplicara este modelo, no obstante, no hay que olvidar hacer el intento de cambiar ó mejorar la mentalidad y su cultura de desperdicio que tienen actualmente.

RECOMENDACIONES

La honorable Cámara de Representantes tiene que hacer correcciones a la cultura de sus empleados y hacerlos tomar una de ahorro y de no desperdicio, donde se enseñe desde su llegada a esta organización hasta de los empleados que llevan muchos años en ella.

Se recomienda la creación de un almacén especializado en el almacenamiento y la distribución de los inventarios dentro de las instalaciones del congreso, ya que dicha creación reduciría los costos de desperdicio y por una gran ventaja que se vería reflejada es la rapidez con la que se entregan a las diferentes dependencias.

BIBLIOGRAFÍA

- EVERETT E. ADAM, Jr, Administración de la producción y operaciones / Editorial Hispano-América S.A. México, 1996
- GARCÍA CANTU, Enfoques Prácticos para Planeación Control de Inventarios / A. Editorial Trillas. México, 1991.
- KILLEN, Louis M. Técnica de Administración de Inventarios / Editorial Técnica S.A. México, 1971.
- MAGEE, Jhon F. Planeamiento de la Producción de Control de Inventarios Editorial El Ateneo. México, 1971.
- NARASIMHAN, Seetharamal. Planeación de la Producción y control de inventarios / Editorial Hispano-América S.A. México, 1996
- PLOSSL, George W. Planeación de la Producción y Control de Inventarios / Editorial Hispano-América S.A. México, 1988.

INFOGRAFÍA

- <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/inventarios-y-administracion-de-operaciones.htm>
- <http://www.secretariassenado.gov.co/leyes/L0675001.HTM>
- <http://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php>
- http://www.geocities.com/josepadron.geo/Que_es_un_problema.htm
- <http://www.jccconta.gov.co/consejot/publicaciones/Conceptos-PDF/BOLE76.pdf>
- http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp
- http://www.accionsocial.gov.co/documentos/3193_NTCGP1000.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

Transformación de las diferentes distribuciones a poisson.

ÍTEM	ARTÍCULO	DISTRIBUCIÓN SIN TRANSFORMAR	DISTRIBUCIÓN TRANSFORMADA A POISSON	
1	BLOCK DE PAPEL AMARILLO CUADRICULADO CARTA 50 HOJAS UNIDAD	Exponencial 1.92	Poisson	154
2	LÁPIZ PARA ESCRITURA EN MADERA HEXAGONAL CON MINA ROJA DE 2MM Y DUREZA NRO. 2 UNIDAD	Exponencial 1.93	Poisson	186
3	MARCADOR PERMANENTE DESECHABLE CONTENIDO DE TINTA MENOR O IGUAL A 2.5 DE PUNTA BISELADA ACRÍLICA PARA HACER LÍNEAS DE APROX. 0,4 MM. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	143
4	LIBRETA DOBLE 0. DE TAMAÑO 14.5 X 21.8 CM DE 50 HOJAS EN PAPEL BOND DE 60 G/M2 HOJA TAQUIGRÁFICA Y PASTA DURA EN CARTÓN PLASTIFICADA. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	156
5	FOLDER COLGANTE DE VARILLA RECUBIERTA EN NYLON EN POLIPROPILENO. CAP. DE 350 HOJAS. SIN PORTA GUÍA PLÁSTICA. TAMAÑO OFICIO. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	131
6	CORRECTOR LIQUIDO PRESENTACIÓN LÁPIZ DE 10 ML CON PUNTA METÁLICA UNIDAD	Weibull 180	Poisson	130
7	PEGANTE EN BARRA EN PRESENTACIÓN DE 40 GR SIN GLICERINA UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	130

8	AZ TAMAÑO OFICIO CON BOLSILLO SIN ÍNDICE , LOMO CON TROQUELADO EN LA TAPA , BISELES INFERIORES AZUL UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	114
9	BORRADOR PARA LÁPIZ. TIPO NATA TAMAÑO GRANDE UNIDAD	Gamma 1.08	Poisson	121
10	ROLLO DE PAPEL PARA FAX. EN PAPEL TÉRMICO SIN IMPRESIÓN. DE 21 CM DE ANCHO Y 30 M DE LARGO POR 1 UNIDAD. UNIDAD	Weibull 1.23	Poisson	123
11	CINTA ADHESIVA CON RESPALDO EN ACETATO Y ADHESIVO SINTÉTICO INVISIBLE. DIMENSIONES DE 12MM X 20 CM. UNIDAD	Exponencial 219	Poisson	108
12	GANCHO PARA LEGAJADOR METÁLICOS PLÁSTICO. CAJA METÁLICO PLÁSTICO Y ESTAS FICHAS SERÁN COMPLEMENTADAS. CAJA	Uniforme - 0.0001	Poisson	86
13	GANCHO CLIPS NO. 1 CAJA	Gamma 837	Poisson	96
14	PAPEL BOND 75 G/M2 TAMAÑO CARTA POR RESMA DE 500 HOJAS, A UNA TINTA, COLOR AZUL, CON LOGO INSTITUCIONAL DE LA CORPORACIÓN REMA X 500 HOJAS	Exponencial 154	Poisson	142
15	DVD + R4.7 GB 4X UNIDAD	Exponencial 186	Poisson	115
16	BOLÍGRAFOS VARIOS COLORES DESECHABLES, TINTA EN VARIOS COLORES, EN PASTA RETRACTILES. CAJA POR 12 UNIDADES CAJA POR 12 UNIDADES	Weibull 8.07	Poisson	74
17	SEPARADORES PLÁSTICOS (COLORES) TAMAÑO CARTA PAQ. X 5	Exponencial 1.92	Poisson	69
18	DISKETTE 3.5, CAJA POR 10 UNIDADES CAJA X UNIDADES	Exponencial 1.93	Poisson	53

19	MARCADORES EXPO BORRABLES COLOR NEGRO UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	27
20	REGLA DE 50 CMS UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	27
21	TÓNER IMPRESORA XEROX PHASER 3122 REFERENCIA: 106R01159 UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	47
22	GANCHO TIPO CLIP MARIPOSA NO. 2 EN ALAMBRE. CAJA	Weibull 180	Poisson	34
23	TIJERAS GRANDES 7 UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	27
24	SACAGANCHOS UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	28
25	FONOMEMOS DE 400 MENSAJES ARGOLLADOS. UNIDAD	Gamma 1.08	Poisson	33
26	COSEDORA TIPO ESCRITORIO UNIDAD	Weibull 1.23	Poisson	22
27	PAPEL FORMA CONTINUA 9 1/2 X 11 A UNA PARTE DE 75 GR A UNA TINTA, COLOR AZUL, PROPIA DEL LOGO INSTITUCIONAL DE LA CORPORACIÓN CAJA POR 3000 HOJAS A UNA TINTA COLOR AZUL	Exponencial 219	Poisson	22
28	GANCHO COSEDORA ESTÁNDAR COBRIZADO. CAJA	Uniforme - 0.0001	Poisson	32
29	SEPARADORES EN CARTULINA (COLORES) TAMAÑO CARTA PAQ. X 5	Gamma 837	Poisson	46
30	PERFORADORA DOS HUECOS CAPACIDAD PARA 15 HOJAS UNIDAD	Exponencial 154	Poisson	18
31	MARBETES DE COLORES PARA CARPETA CELUGUIA PAQ. X 190	Exponencial 186	Poisson	29
32	FECHADOR UNIDAD	Weibull 8.07	Poisson	14
33	HUMECEDOR DE DEDOS UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	15
34	GRAPADORAS MEDIANAS TIPO ESCRITORIO UNIDAD	Weibull 180	Poisson	13
35	BANDERITAS X 4 COLORES R- 683 UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	19

36	TAPABOCAS DESECHABLES PAQ. X 12	Weibull 1.41	Poisson	42
37	GUANTES DE LÁTEX TIPO QUIRÚRGICO PAQ. X 25 PARES	Gamma 1.08	Poisson	17
38	GANCHOS COSEDORA INDUSTRIAL. REFERENCIA 23/12 CAJA	Weibull 1.23	Poisson	9
39	MARCADORES EXPO BORRABLES COLOR AZUL UNIDAD	Exponencial 219	Poisson	11
40	LIBRO DE ACTAS 400 FOLIOS. UNIDAD	Uniforme - 0.0001	Poisson	14
41	CINTA IMPRESORA 118KX- P3696 UNIDAD	Gamma 837	Poisson	6
42	CARTUCHO IMPRESORA HP JET PRO 1150C 51641A UNIDAD	Exponencial 154	Poisson	4
43	CARTUCHO IMPRESORA HP JET PRO 1150C 51645A UNIDAD	Exponencial 186	Poisson	8
44	TINTA PARA SELLOS UNIDAD	Weibull 8.07	Poisson	11
45	CARTUCHO IMPRESORA HP DESJECT 720C UNIDAD	Exponencial 1.92	Poisson	10
46	PERFORADORA SERIE 1060 QUE SEA DE ESCRITORIO CAPACIDAD DE CINCO HOJAS. UNIDAD	Exponencial 1.93	Poisson	5
47	CINTA PARA IMPRESORA EPSON LX-300 DE UN COLOR. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	3
48	CARTUCHO # 23 HP PARA IMPRESORA DESKJET 710 C C1823D UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	5
49	TÓNER FOTOCOPIADORA KYOCERA KM-2050 ALTO RENDIMIENTO. UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	5
50	CARTUCHO PARA IMPRESORA LEXMARK REF. Z43 DE UN COLOR UNIDAD	Weibull 180	Poisson	3
51	CINTA PARA IMPRESORA EPSON 1050 (MX100) 9PI(A) DE UN COLOR UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	0,5
52	CARTUCHO IMPRESORA LEXMARK 1020 DE UN	Weibull 1.41	Poisson	2

	COLOR. UNIDAD			
53	CARTUCHO PARA IMPRESORA HP .REFERENCIA DESKJET 3420 DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	3
54	CINTA PARA IMPRESORA PANASONIC KX-P170 DE UN COLOR UNIDAD	Weibull 180	Poisson	3
55	CARTUCHO TONER LEXMARK / REFERENCIA 34018 HL. ALTO RENDIMIENTO UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	0,36
56	CARTUCHO HP REF 21 9351A UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	6
57	CARTUCHO TÓNER LEXMARK E240/340/230/232/234/330 UNIDAD	Gamma 1.08	Poisson	2
58	TÓNER HP REFERENCIA LASERJET 4000 DE UN COLOR UNIDAD	Weibull 1.23	Poisson	1
59	CARTUCHO IMPRESORA LASER E312 LEXMARK UNIDAD	Exponencial 219	Poisson	2
60	TÓNER FOTOCOPIADORA MINOLTA EP 2030 ALTO RENDIMIENTO. UNIDAD	Uniforme - 0.0001	Poisson	3
61	TÓNER IMPRESORA MULTIFUNCIONAL HP 1410 UNIDAD	Gamma 837	Poisson	1
62	TONER SCX-4521D3 SAMSUNG UNIDAD	Exponencial 154	Poisson	1
63	CARTUCHO HP REF 22 9352A UNIDAD	Exponencial 186	Poisson	3
64	CARTUCHO IMPRESORA HP LASER JET 1320 UNIDAD	Weibull 8.07	Poisson	0,182
65	CARTUCHO PARA IMPRESORA HP REFERENCIA DESKJET 600C DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.92	Poisson	0,182
66	CARTUCHO PARA IMPRESORA HP REFERENCIA DESKJET 710 DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.93	Poisson	1
67	CARTUCHO PARA IMPRESORA HP REFERENCIA DESKJET 840C DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	1

68	CARTUCHO PARA IMPRESORA HP REFERENCIA DESKJET 850C DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	0,182
69	CARTUCHO PARA IMPRESORA LEXMARK REFERENCIA Z43 A COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	1
70	CARTUCHO PARA IMPRESORCARTUCHO PARA IMPRESORA HP REFERENCIA DESKJET 400 DE UN COLOR HP REFERENCIA UNIDAD	Weibull 180	Poisson	1
71	CINTA PARA IMPRESORA PANASONIC KX-P1151 DE UN COLOR UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	1
72	TÓNER FOTOCOPIADORA KYOCERA KM-2030 ALTO RENDIMIENTO. UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	0,091
73	TÓNER HP REFERENCIA LASERJET 1100 DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	1
74	TÓNER HP REFERENCIA LASERJET 8150 DE UN COLOR UNIDAD	Weibull 180	Poisson	0,364
75	TÓNER PARA IMPRESORA WORKCENTRE XEROX 006R1182 UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	0,455
77	CARTUCHO AMARILLO EPSON 73N T073420-AL UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	0,091
78	CARTUCHO CIAN EPSON 73N T073220 -AL UNIDAD	Gamma 1.08	Poisson	0,091
79	CARTUCHO MAGENTA EPSON 73N T073320-AL UNIDAD	Weibull 1.23	Poisson	0,091
80	CARTUCHO NEGRO EPSON 73 HN (ALTA CAPACIDAD) T0731120H-AL UNIDAD	Exponencial 219	Poisson	0,455
81	CARTUCHO OFFICE JET PRO K 550 AMARILLO UNIDAD	Uniforme - 0.0001	Poisson	0,091
82	CARTUCHO OFFICE JET PRO K 550 MAGENTA UNIDAD	Gamma 837	Poisson	0,091
83	CARTUCHO OFFICE JET PRO K 550 CYAN UNIDAD	Exponencial 154	Poisson	0,091
84	CARTUCHO OFFICE JET PRO K 550 NEGRO UNIDAD	Exponencial 186	Poisson	0,364

85	CARTUCHO PARA IMPRESORA HP REFERENCIA DESKJET 840C MAS DE UN COLOR UNIDAD	Weibull 8.07	Poisson	1
86	CARTUCHO PARA IMPRESORA HP REFERENCIA DESKJET 970C DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.92	Poisson	0,091
87	CARTUCHO PARA IMPRESORA LEXMARK REF Z53 DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.93	Poisson	0,364
88	CARTUCHO PARA IMPRESORA LEXMARK REFERENCIA 2030 COLOR JETPRINTER DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	0,091
89	CARTUCHO PARA IMPRESORA XEROX REFERENCIA DOCUPRINT M760 DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	0,182
90	CINTA DE IMPRESIÓN YMCKOK REF FARGO UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	0,273
91	CINTAS DE IMPRESIÓN YMCKO P3301 UNIDAD	Weibull 180	Poisson	0,273
92	DELL 2335 DN UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	0,182
93	DRUM CARTTRIDGE PARA IMPRESORA WORDCENTRE XEROX M123 013R00589 UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	0,091
94	HP LASERJET P2014 N UNIDAD	Gamma 837	Poisson	0,182
95	NUMERADOR MANUAL 6 DIGITOS UNIDAD	Exponencial 154	Poisson	6
96	PAPEL KIMBERLY CARTA 90 GRS RESMA	Exponencial 186	Poisson	1
97	PELÍCULA PARA FAX PANASONIC REF. KX-FA 133 UNIDAD	Weibull 8.07	Poisson	1
98	RÓTULO ADHESIVO EN PAPEL TERMICO DE 5.4 CMS X 8.5 CMS ROLLO X 1000 RÓTULOS	Exponencial 1.92	Poisson	3
99	SAMSUNG MONO LASER PRINTER ML-2240 UNIDAD	Exponencial 1.93	Poisson	0,364
100	TARJETAS AUTOADHESIVAS CR-80 UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	0,182

101	TÓNER HP REFERENCIA LASERJET 5L DE UN COLOR UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	0,091
102	TÓNER LEXMARK T 630 NEGRO REF 12A7460 5000 PÁGINAS UNIDAD	Exponencial 1.19	Poisson	1
103	TÓNER LEXMARK T 630 NEGRO REF 12A7462 21000 PÁGINAS UNIDAD	Weibull 180	Poisson	1
104	TÓNER XEROX REF 106R 1179 UNIDAD	Gamma 1.25	Poisson	1
105	TÓNER XEROX REFERENCIA DOCUPRINT P8EX DE UN COLOR UNIDAD	Weibull 1.41	Poisson	0,182

ANEXO 2

Resultados heurístico híbrido

<i>ri</i>	<i>Qi</i>	<i>MINIMIZAR</i>	<i>FUNCION OBJETIVO</i>
1247	97	1049943,46	7,751612273
1024	245	188672,8788	
1182	161	357378,8429	
1020	112	682281,9999	
1313	193	254439,6973	
1109	71	1475397,502	
645	86	616403,3812	
896	51	1961187,29	
1030	310	81484,21609	
695	57	1381874,633	
600	208	98032,09147	
832	99	394170,0066	
794	183	135074,8094	
1258	26	12497736,54	
932	109	489693,1258	
733	30	3063478,756	
572	108	194005,0894	
319	37	671417,6726	
156	37	183080,4787	
138	41	140958,532	
278	5	28787614,18	

291	61	159166,7931
270	43	228816,6929
220	61	103029,6348
226	28	505217,8418
179	16	787467,6528
126	6	4282193,342
210	49	170637,8172
288	102	84616,26387
124	15	530980,5018
196	62	96929,95607
74	32	74390,96369
118	27	149715,1487
81	14	313061,2777
141	15	670782,3787
330	37	536545,2225
135	18	384201,7621
83	16	179489,05
111	24	127916,8574
106	11	672940,0008
48	4	887907,7454
15	2	90190,77499
73	3	2270824,387
95	32	66461,84525

42	4	1368037,174
45	6	347098,5579
22	5	148140,1434
20	2	82437,2797
24	2	227457,898
10	2	105792,0305
5	2	19188,63163
10	2	81027,99845
10	3	69932,1862
20	3	306511,1269
5	1	274673,1019
38	4	654421,6715
8	1	107758,8254
6	1	224806,6104
8	1	203634,3874
12	2	109202,037
6	2	34012,93401
5	1	87871,92338
10	3	127326,7601
4	1	67157,37357
4	1	26650,70938
6	1	25815,34273
5	1	25742,50688
4	1	15912,90023
5	1	67366,33338
5	1	4083,025095
6	3	27973,43495

4	1	43613,45544
5	1	48228,35924
4	1	91019,83189
4	1	47378,77032
4	1	15352,62396
4	1	15886,73403
4	1	8478,00169
4	1	17605,31947
4	1	16034,8239
4	1	7365,565348
4	1	15779,794
4	1	7774,004044
6	1	5762,696043
4	1	30133,9175
5	1	70227,60457
4	1	15157,2502
4	1	15368,75391
4	1	221996,9868
4	1	16296,43502
4	1	134047,169
4	1	430476,5832
4	1	76017,82811
29	14	65128,66303
6	2	18861,03187
5	1	84817,60032
11	2	118153,6514
4	1	10753,14447
4	1	40155,13257
4	1	41419,61009
6	1	25546,04914
5	1	466087,6139

7	1	162037,7439
4	1	122034,2384
		75422838,98

ANEXO 3

Resultados modelo híbrido para 1 a 5 veces de pedidos

Resultados de pedir 1 vez al año

<i>ri</i>	<i>Qi</i>	<i>MINIMIZAR</i>	<i>FUNCION OBJETIVO</i>	
1497	97	1233965,504	4,159742622	
1549	245	264072,8092		
1452	161	425417,9057		
1274	112	827094,9344		
1181	193	230957,7911		
1255	71	1641982,376		
1038	86	933245,3985		
836	51	1820071,226		
1072	310	83522,99265		
1113	57	2115314,141		
566	208	93328,29921		
734	99	349903,0622		
887	183	146657,7008		
1403	26	13740625,43		
1136	109	579568,5613		
611	30	2543546,463		
508	108	174322,5741		
346	37	708463,7851		
136	37	161199,5704		
193	41	179163,7618		

225	5	420917,9823
169	61	103155,5092
243	43	205208,7136
310	61	133527,8491
263	28	564089,7008
205	16	860343,5974
88	6	188699,962
249	49	192493,8094
423	102	112063,8222
158	15	635552,9072
301	62	133527,8143
86	32	80323,55359
144	27	171099,343
114	14	400459,1812
152	15	686796,8816
335	37	534598,0751
110	18	312098,8383
72	16	151783,0812
109	24	122728,6561
104	11	622384,7462
23	4	82094,93239
12	2	93968,66415
37	3	125619,3476
58	32	46038,32449
52	4	126735,5666
26	6	40330,19031
9	5	30723,64357
14	2	49383,2072
22	2	205060,8459

17	2	98878,09231
4	2	10704,24827
9	2	65395,47474
11	3	43019,01979
9	3	47228,74266
4	1	75730,74595
27	4	50685,82969
9	1	124868,4662
5	1	128389,6953
8	1	384571,0797
16	2	114858,5159
5	2	22940,4453
5	1	90692,78004
10	3	43997,85138
4	1	79052,36871
4	1	32277,39275
5	1	2216,199818
6	1	48104,15188
4	1	33884,76208
6	1	57260,50769
5	1	2591,095102
6	3	25849,69124
4	1	28715,00302
6	1	107885,3289
4	1	72450,08048
4	1	53634,68118

4	1	2701,926476
4	1	6885,476984
4	1	12850,60191
5	1	42509,55488
4	1	9493,725677
4	1	10409,06928
4	1	21462,99086
4	1	1651,156678
6	1	5257,034243
4	1	6653,69441
4	1	9115,172297
4	1	28589,17657
4	1	20509,31291
4	1	70880,37207
4	1	31497,90523
4	1	148411,8948
4	1	418518,151
4	1	31658,36151
40	14	76141,53534
5	2	34508,89895
5	1	11355,80006
12	2	47181,79794
4	1	133683,0545
4	1	158728,6868
4	1	92136,46676

6	1	255253,7105
6	1	1063085,83
5	1	81082,05783
4	1	111780,0313
		40474108,73

Resultado de pedir 2 veces al año

<i>ri</i>	<i>Qi</i>	<i>MINIMIZAR</i>	<i>FUNCION OBJETIVO</i>
1251	217	1187708,01	23,86188467
1327	549	284439,9168	
772	359	311496,0436	
1325	250	977407,6183	
1307	431	301265,8804	
1305	158	1895122,873	
1284	193	1278201,304	
602	115	1571570,936	
938	692	100889,1952	
1278	127	2663788,129	
1039	464	185704,8186	
691	221	401820,2023	
836	410	176615,0256	
1205	59	12922356,92	
859	243	537769,5572	
413	66	2077686,793	
494	242	218105,6944	

554	83	1260978,357
180	84	267375,3685
232	92	268999,9491
468	10	54406169,76
355	136	233010,5469
185	95	218681,1335
270	137	156374,6559
385	64	947383,0037
251	36	1261003,84
225	13	8863735,709
368	109	329108,8692
373	228	134468,5911
109	34	613677,1049
265	138	158183,446
109	71	134626,037
138	60	221103,9883
118	31	546369,3022
197	33	1088090,934
325	84	637769,0914
120	41	448352,5064
113	35	298121,6166
113	53	171936,1498
122	24	948049,4596
41	9	1140743,777
33	5	1777050,693
77	8	3306567,042
106	72	99550,80186
98	9	4090790,275
57	13	586178,2334

39	11	350416,5167
67	5	3594836,126
64	4	7057117,21
31	4	1719732,966
17	4	215382,9866
28	4	1470527,811
31	6	955998,6493
30	6	835629,1924
13	1	2641127,538
57	9	1353447,73
23	2	3043199,348
17	1	3038747,237
22	2	6686187,508
29	3	2563180,93
19	4	582511,8654
20	2	2234391,958
36	6	1024745,716
13	1	1602280,75
15	1	807834,186
20	3	978174,3197
18	3	858742,588
14	1	658422,2914
19	2	1269463,68
20	3	1140927,967
19	6	246177,8835
13	1	815307,5413

19	2	2095755,333
14	1	4383413,709
15	1	3425761,29
14	1	315787,1189
15	1	339820,1002
16	1	362929,4069
15	2	499678,4469
14	1	356030,0121
15	1	376086,8757
15	1	371688,9324
15	2	520865,5751
20	3	1033555,85
14	1	655424,6551
15	1	834047,2017
14	1	735437,4877
14	1	432000,0047
13	1	5909373,559
14	1	2219301,231
13	1	3120270,344
13	1	6232184,874
14	1	2236998,281
74	32	176507,0612
19	4	526350,0157
16	2	1190906,887
36	4	2253147,762
15	1	2672858,164
14	1	2612657,609

13	1	1887062,027
20	1	5002421,249
19	1	14175947,78
17	2	2266781,268
14	1	3503103,454
		232175065,2

Resultado de pedir 3 veces al año

<i>Ri</i>	<i>Qi</i>	<i>MINIMIZAR</i>	<i>FUNCION OBJETIVO</i>
1045	130	952843,317	22,07965716
1692	329	305778,1549	
872	216	299967,6726	
1091	150	772581,733	
1050	259	228163,1045	
1057	95	1495933,778	
990	116	960592,1428	
844	69	1975170,75	
1089	415	93498,24372	
867	76	1800064,881	
895	279	145903,5045	
796	133	408437,0121	
918	246	165420,6138	
879	35	9376577,995	
921	146	519622,9131	
790	40	3497296,754	
352	145	148713,1017	

438	50	970106,0221
218	50	270441,6257
287	55	282779,1591
537	6	60788131,82
314	81	188363,3848
235	57	228089,4938
268	82	135245,7873
282	38	680825,1745
261	22	1233977,707
247	8	9321908,305
357	66	291728,9137
491	137	140780,1138
149	20	714854,1505
226	83	122624,0803
141	42	137458,1069
148	36	205896,1621
99	19	436738,0541
181	20	946730,8962
325	50	583497,312
152	24	486785,5189
113	21	269422,9136
98	32	135817,4007
170	15	1175123,319
59	5	1415629,494
36	3	1793064,47
72	5	2955773,156
88	43	74196,32589
120	5	4646766,195
65	8	600746,1986
35	7	296693,2294

57	3	2967017,459
54	2	5804353,951
30	3	1602152,847
15	2	175965,3025
24	2	1202690,786
38	4	1056206,17
32	4	826629,7369
12	1	2320724,851
50	6	1142789,881
30	1	3593981,94
17	1	2897411,857
20	1	5623852,5
35	2	2880356,722
17	2	485078,4369
16	1	1697630,187
40	4	1041268,618
12	1	1384439,192
12	1	629409,111
18	2	845403,6237
16	2	721821,1992
13	1	587256,1744
18	1	1127024,042
19	2	1023215,518
18	3	207770,3602
12	1	711993,5202
16	1	1694547,263

12	1	3541357,68
14	1	3084926,906
13	1	288575,3152
13	1	280788,0521
13	1	283725,2933
14	1	433430,5565
12	1	290211,9175
13	1	315142,4078
13	1	319265,4082
14	1	443416,5949
19	2	926905,1999
12	1	532967,8512
15	1	818660,5359
12	1	594073,4578
13	1	388689,4964
11	1	4634216,069
13	1	1985236,718
11	1	2521418,62
9	1	3837614,013
12	1	1795917,779
73	19	154510,9988
16	2	417252,943
19	1	1270505,37
43	2	2459214,627
13	1	2261669,043

12	1	2156225,46
11	1	1511620,894
16	1	3927229,268
13	1	9384922,667
18	1	2185220,042
12	1	2861409,118
		214834071,7

Resultado de pedir 4 veces al año

<i>ri</i>	<i>Qi</i>	<i>MINIMIZAR</i>	<i>FUNCION OBJETIVO</i>
1500	123	1304631,655	20,4421006
1223	311	233608,9945	
1473	203	457477,1902	
1391	141	948712,2077	
1460	244	295232,1181	
902	89	1292995,255	
768	109	767412,5235	
747	65	1764413,506	
1033	392	88760,89344	
1188	72	2385701,007	
724	263	123126,4336	
587	125	315559,2999	
785	232	145100,0344	
1146	33	12000670,77	

1039	137	571521,5877
348	38	1678576,032
752	137	262332,5813
471	47	1027852,056
258	47	307353,7729
208	52	217248,2638
407	6	46758217,12
274	77	168355,3953
306	54	279372,654
199	78	107819,5312
167	36	439908,7003
161	21	812464,3615
196	7	7519013,452
277	62	235765,1062
355	129	109344,6706
228	19	1024823,675
259	78	133575,4231
135	40	131411,882
162	34	219098,3409
134	18	553326,5791
115	19	645081,467
412	47	709188,6824
195	23	596068,69
103	20	248700,1437
135	30	171393,0434
135	14	959605,3719
59	5	1412559,063
49	3	2332057,307
65	4	2672368,116

104	41	82142,13761
99	5	3926644,572
51	7	484749,7868
35	6	289257,6492
40	3	2169401,697
35	2	3935897,726
34	2	1719784,66
15	2	175108,31
25	2	1241246,662
37	3	1013375,575
34	4	865673,3221
12	1	2288940,857
44	5	1004969,448
27	1	3269887,483
17	1	2934502,429
25	1	6796309,854
35	2	2868501,687
19	2	533086,4208
18	1	1895340,434
39	3	1007840,218
12	1	1410635,772
13	1	663878,6377
18	2	853332,6439
19	2	840872,6101
12	1	552099,4664

15	1	948840,4525
18	1	941585,8639
16	3	188572,8038
13	1	777561,3451
16	1	1655146,241
13	1	3773992,806
14	1	3029108,006
12	1	260135,726
14	1	306795,7985
12	1	260847,2326
15	1	465079,8065
12	1	290411,969
13	1	316169,0561
13	1	316815,3025
14	1	449571,8284
17	1	800058,1304
12	1	541173,0853
14	1	768050,985
13	1	645984,4835
13	1	398028,4806
11	1	4676093,939
13	1	1990381,773
11	1	2451617,553
10	1	4474929,298
11	1	1663178,285

64	18	138321,9161
18	2	461331,3445
19	1	1279520,336
32	2	1914760,66
14	1	2404331,854
12	1	2170620,222
11	1	1478803,399
17	1	4181982,396
14	1	10343219,87
18	1	2243611,182
11	1	2642801,475
		198900719,9

Resultado de pedir 5 veces al año

<i>ri</i>	<i>Qi</i>	<i>MINIMIZAR</i>	<i>FUNCION OBJETIVO</i>
1404	97	1210677,335	19,96666447
1350	245	243239,5472	
1445	161	439412,939	
1274	112	861785,9349	
1249	193	251364,6126	
785	71	1125016,359	
1287	86	1187210,421	

821	51	1893438,066
1020	310	83246,4879
1385	57	2722763,029
846	208	131836,1346
876	99	428956,9051
804	183	141278,1257
1153	26	12014738,92
1084	109	580695,124
625	30	2789953,231
480	108	176283,4854
537	37	1136397,479
197	37	239568,8416
240	41	235663,4421
341	5	39609831,27
425	61	231295,0926
284	43	255620,5775
262	61	125841,4468
277	28	651941,8196
193	16	930352,8291
181	6	6989262,161
334	49	266291,4776
440	102	122695,9615
134	15	636829,4246
291	62	140151,2769
152	32	138807,5743

168	27	218924,1509
109	14	456943,7211
154	15	806540,5232
416	37	701439,0562
119	18	386113,0132
86	16	209707,4091
89	24	119788,9081
135	11	944565,7432
67	4	1562103,675
55	2	2549492,315
53	3	2214879,98
148	32	101863,1278
108	4	4223269,645
59	6	544289,7394
32	5	265186,9516
47	2	2463396,377
49	2	5331092,523
42	2	2097588,812
15	2	176413,0361
25	2	1255081,814
30	3	851657,5683
35	3	878873,5016
13	1	2545895,444
48	4	1077579,472
21	1	2658573,84
15	1	2564188,729

29	1	7758001,997
35	2	2893986,227
16	2	456532,5233
18	1	1933709,151
38	3	984556,46
13	1	1524603,417
13	1	689958,0145
16	1	733871,5249
20	1	855525,5938
13	1	589445,4636
17	1	1074405,822
17	1	913370,6565
18	3	208649,2192
12	1	729166,4255
16	1	1683837,074
12	1	3476369,976
13	1	2916232,694
12	1	261608,8378
14	1	307280,3163
14	1	308957,5695
15	1	467741,9175
12	1	290565,4712
13	1	314756,3025
13	1	310121,8445
14	1	445675,4718

16	1	776225,5255
13	1	590269,7982
13	1	711826,1163
12	1	606070,1346
14	1	417887,8732
10	1	4254995,675
13	1	1963484,265
12	1	2729847,049
9	1	3890570,026
12	1	1785518,324
49	14	108631,5009
18	2	458807,6575
16	1	1099138,057
34	2	2024779,652
13	1	2223026,76
11	1	1944929,465
11	1	1537477,113
19	1	4535660,651
14	1	10224140,35
18	1	2211959,659
12	1	2852675,735
		194274747,8

